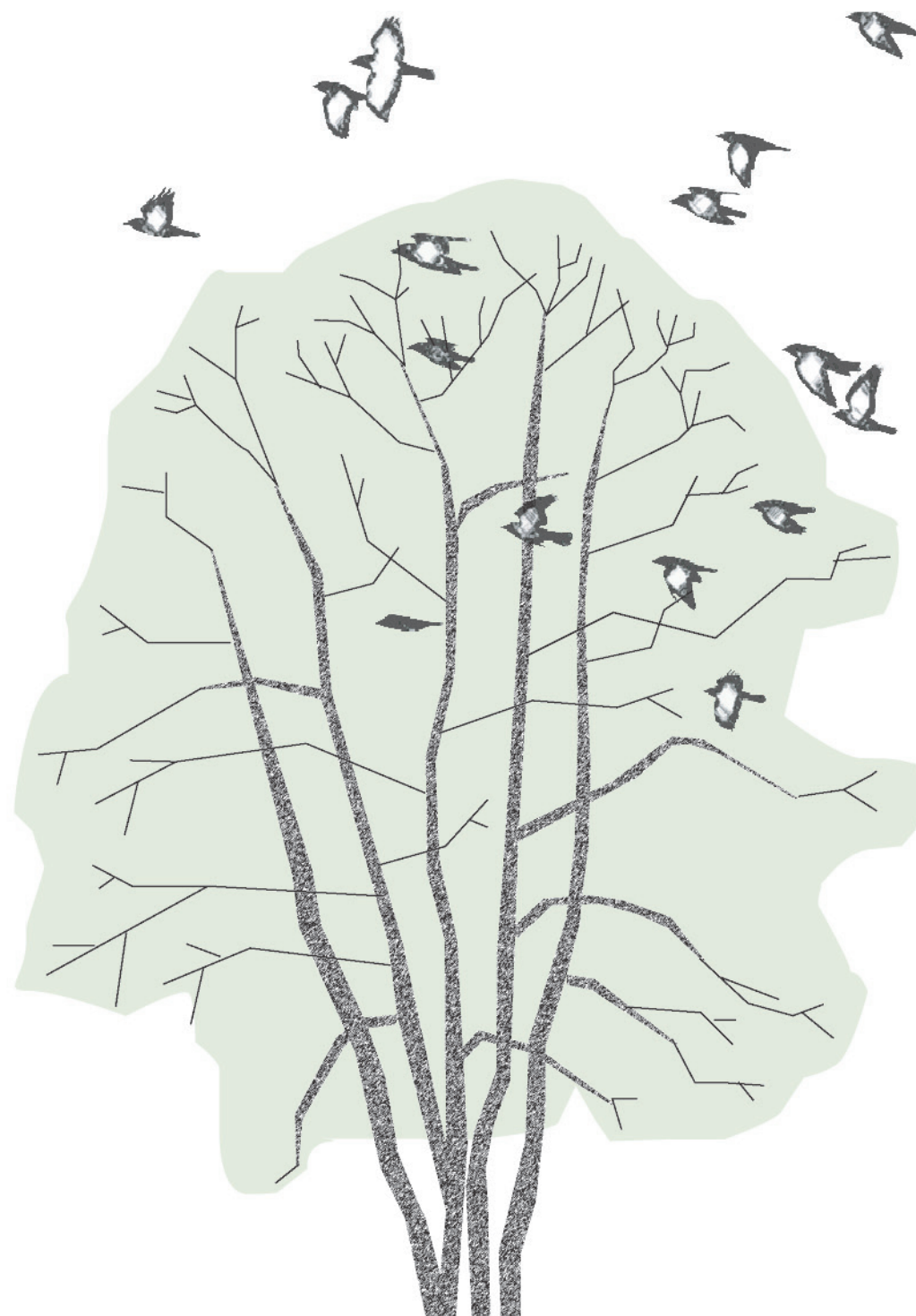


Rofylldhet i urban miljö

Ett gestaltningsprogram för Batteriparken i Uppsala



Astrid Berglund

Sveriges lantbruksuniversitet, fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för stad och land, avdelningen för landskapsarkitektur, Uppsala
Examensarbete för yrkesexamen vid landskapsarkitekturprogrammet, Ultuna
Kurs: EX0860, Självständigt arbete i landskapsarkitektur, A2E - landskapsarkitekturprogrammet – Uppsala, 30 hp
Kursansvarig institution: institutionen för stad och land
Nivå: Avancerad A2E
© 2020 Astrid Berglund
Titel på svenska: Rofyllighet i urban miljö - Ett gestaltningsprogram för Batteriparken i Uppsala
Titel på engelska: Tranquility in an urban environment - A park design for Batteriparken in Uppsala
Handledare: Gudrun Rabenius, SLU, institutionen för stad och land
Examinator: Per Berg, SLU, institutionen för stad och land
Biträdande examinator: Helena Espmark, SLU, institutionen för stad och land
Omslagsbild: Bild framtagen och bearbetad av författaren
Upphovsrätt: Samtliga bilder/foton/illustrationer/kartor i examensarbetet publiceras med tillstånd från
upphovsrättsinnehavaren. Där inget annat anges är de författarens egna
Originalformat: A3
Nyckelord: Ljudlandskap, landskapsarkitektur, rofyllda miljöer, akustisk design
Elektronisk publicering: <https://stud.epsilon.slu.se>

Förord

Under landskapsarkitektutbildningen lägger vi stor vikt vid att undersöka hur människor upplever de platser vi jobbar med. De platsanalyser och gestaltungsarbeten som jag kommit i kontakt med under utbildningen lägger stort fokus på upplevelser av vår omgivning ur ett visuellt perspektiv. Frågan om hur ljud påverkar oss upplever jag att vi inte pratar lika mycket om. Därför ville jag undersöka den delen av landskapet vi upplever via hörseln, det som kallas för ljudlandskapet.

Jag och många andra påverkas väldigt starkt av ljud. När jag befinner mig på platser med oönskade ljud tar jag därför ofta hjälp av musik för att få lugn och ro. Jag uppskattar verkligen att vistas i omgivningar där jag kan ta av mig hörlurarna och lyssna på andra ljud, som exempelvis vinden som silar genom trädkronorna eller fågelkvitter. Vilket fick mig att fundera på om det är möjligt att genom gestaltning skapa de förutsättningarna på platser där det idag är mycket buller och oönskade ljud.

Tack till

Min handledare **Gudrun Rabenius** för stöd i arbetet och ytterst betydelsefull rådgivning.

Archus i Uppsala för inspirerande tips, skrivbordsplats och framförallt trevligt sällskap under arbetets gång.

Per Hedfors för litteraturtips och värdefull rådgivning och vägledning i gestaltungsprocessen.

Christer Åkerlund på Uppsala kommun för information i trafiksäkerhet som möjliggjorde väsentliga delar i gestaltungsarbetet.

Sammandrag

Syftet med arbetet är att undersöka gestaltningsprinciper som kan användas vid utformning av ett rofyllt ljudlandskap. Principerna har testats teoretiskt genom att ta fram ett gestaltningsprogram för Batteriparken i Uppsala. Arbetet inleds med en litteraturöversikt som handlar om människans relation till ljud och hur man med hjälp av akustisk design kan reducera oönskade ljud samt hur nya ljudkällor kan bidra till en rofylld miljö. Därefter presenteras referensstudier av Tuleparken i Sundbyberg och Södervärns busstation i Malmö för en ökad förståelse för hur ljud kan användas som designelement.

Valet att jobba med Batteriparken baserades på forskning som visar att det finns goda anledningar att främja tilltalande ljudkvalitéer i rekreatiomsområden i ett stadsnära läge, där många människor har möjlighet att vistas. En förstudie som bestod av en inventering och en auditiv rumsindelning gjordes för att undersöka parkens grundläggande förutsättningar. Inventeringen tog fasta på parkens befintliga material, funktioner, rörelsemönster och den omkringliggande miljön. Den auditiva rumsindelningen baseras på *The Model of Prominence* och användes för att analysera parkens olika ljudlandskap. Programpunkter togs fram som en del av gestaltningsprocessen. De baserades på arbetets litteraturöversikt, referensstudier och förstudien av Batteriparken. Skisser gjordes för att undersöka vilka gestaltande objekt som skulle vara lämpliga för att genomföra positiva förändringar av ljudlandskapet. Akustiska mål för tillsatta ljud i parken formulerades med hjälp av metoden *Sonotope Characterisation Tool*.

Gestaltningsprogrammet redovisas i form av en planskiss, sektioner och perspektivbilder som visar det nya gestaltningsförslaget för Batteriparken. Resultaten av denna studie visade att det finns många möjligheter att skapa ett rofyllt ljudlandskap i den här typen av miljö och att de metoder som använts för att förbättra ljudlandskapet också bidrar med ökad trivsel och i flera fall även till värdefulla ekosystemtjänster. Studien visade också att det finns svårigheter vid utformningen av rofyllda element eftersom det finns flera intressekonflikter. En stor del av arbetet gick ut på att ta fram ljuddämpande åtgärder för parken. Det var särskilt svårt att förhålla sig till storlek och höjd på ljuddämpande barriärer, rekommendationer gällande trafiksäkerhet och känslan av trygghet i parken. Vidare visade resultaten av studien att det var svårt att hitta exempel på platser till referensstudier, speciellt urbana parker i Sverige, där tillförda ljud har använts för att främja rofyllda och tysta platser. Det var även svårt att hitta litteratur som beskriver människors preferenser för olika typer av vegetationsljud och vilka typer av markmaterial som ger de akustiska effekter som människor föredrar. Dessa ämnen kan behövas studeras vidare i framtiden.

Abstract

This master thesis investigates how different design principles can be used to create a tranquil soundscape. These design principles were practically tested by developing a design program for an urban park in Uppsala.

Introduction

Urban areas are facing new challenges due to the densification and urbanization trend related to sustainability in planning (Boverket 2016c p. 24). These trends implicate more activity and movement in urban spaces, but also higher noise levels in our cities (ibid). In 2015, the Swedish government voted in favour for new guidelines that resulted in higher noise levels being allowed when planning new residential buildings (Sveriges riksdag 2017). According to Cerwén and Mossberg (2019) the new guidelines contradict recommendations regarding environment and health advocated by researchers, but they still have been accepted because of housing shortages and political pressure. In addition to the fact that many homes are exposed to unwanted noise, recreational areas with tranquil sound qualities are decreasing, which can affect people's well-being and health (Boverket 2016a). Studies show that noise can have serious effects on health such as sleep disorders, hearing loss, high blood pressure and cardiovascular disease (Basner et al. 2014).

The most effective way to reduce unwanted noise is to reduce noise emissions as close to the source as possible (Van Renterghem et al. 2015 p. 13). This often involves solutions such as silent road materials and restricted speed limits. These solutions are often difficult to apply due to economic and political reasons. Therefore, there are good reasons to encourage environmentally friendly solutions that can improve the soundscape while also contributing to ecosystem services and a pleasant environment (ibid). Several studies show that natural environments have a positive effect on our health (Grahm & Stigsdotter 2003). Greg Watts (2017) argues that tranquil environments, where the soundscape is dominated by natural sounds, are preferred by most people. The author further believes that it is important that we try to promote good sound qualities in environments that are visited on a daily basis, such as urban recreation areas and parks (ibid).

Aim

The aim of this study is to investigate how different design principles can be used while creating a tranquil soundscape. These design principles were practically tested by developing a design program for Batteriparken in Uppsala.

Questions:

- *In what ways can the soundscape in an outdoor setting be changed by limiting unwanted noise and by implementing tranquil sounds?*
- *How can Batteriparken in Uppsala be designed to promote a tranquil soundscape?*

Method

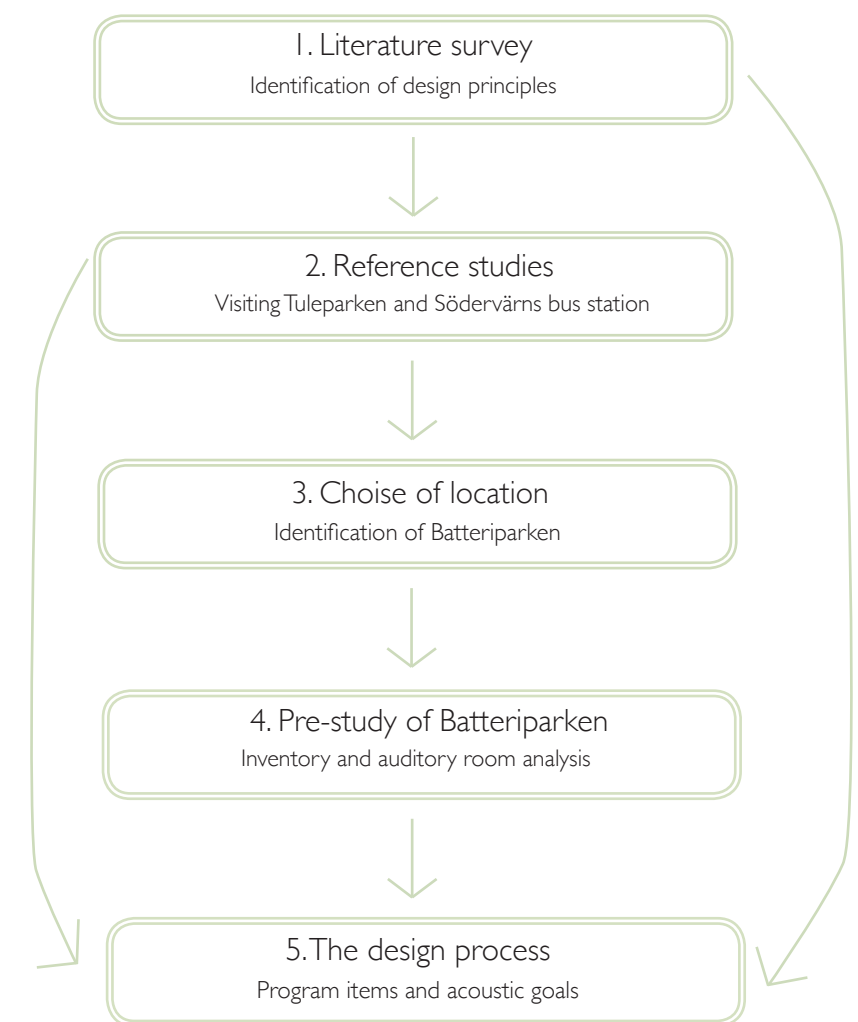
Literature survey

The study begins with a literature survey that investigates people's relationship to sound and how acoustic design can be applied to reduce unwanted sounds and also how implementation of new sound sources can contribute to a tranquil environment. The literature survey was mainly based of books and scientific articles in the fields of landscape architecture, sound theory and environmental psychology. The articles were found by searches made in databases such as Web of Science, Uppsök and Researchgate. Suitable keywords that was used were *soundscape*, *tranquillity*, *acoustic design* and *landscape architecture*. Information was also obtained from the EU project HOSANNA (*Holistic and Sustainable Abatement of Noise by optimized combinations of Natural and Artificial means*) which advocates a compilation of noise damping solutions for greener cities. Information from public documents from the National Board of Housing, Building and Planning (Boverket), the Swedish Transport Administration (Trafikverket) and Sweden's municipalities and county councils (Sveriges Kommuner och Landsting) was also used.

Reference studies

Tuleparken in Sundbyberg and Södervärns bus station in Malmö was visited to get a better understanding of how sound elements can be used as a part of the design program for Batteriparken. The first place that was visited was Tuleparken in Sundbyberg. The choice to visit Tuleparken was motivated by the fact that the park is specially appointed by the municipality of Sundbyberg for being a quiet and tranquil park despite being located close to noisy traffic routes (Sundbyberg stad n.d).

The reason for visiting Tuleparken was to investigate what type of elements that contribute to the perceived calmness. In order to find suitable places to visit, a list of projects found at a web page created by the landscape architect Gunnar Cerwén was studied where implemented sounds have been used in different outdoor settings to highlight or reduce certain sounds (Ljudplanering n.d a). One of these projects is Södervärns bus station in Malmö. There are fountains at the bus station and the motivation for visiting this place was to investigate how water sounds can mask unwanted sounds in an environment subjected to heavy traffic noise.



The illustration shows the different parts of the methods used in this thesis. The design program was based on all of them.

Choise of location

The decision to work with an urban park was based on research showing that there are many good reasons to promote appealing sound qualities in recreation areas in urban environments that many people have access to (Watts 2017). Therefore, the choice was made to apply the design principles found in the literature survey for an urban park. By studying the map of traffic noise by the municipality of Uppsala, Batteriparken was selected due to the fact that most parts of the park are exposed to heavy traffic noise (Uppsala municipality 2017).

Pre-study of Batteriparken

A pre-study, which consisted of an inventory and an auditory room analysis, was made to examine the park's basic conditions. The inventory analysis investigated the park's existing materials, features, movement patterns and its surrounding environment. The inventory and the auditory room analysis was based on the author's own observations, and the park was visited several times during September, October and November at different times during the day. The auditory room analysis investigated the park's different types of soundscapes. The soundscapes were identified using the *Model of prominence*. This method is used to categorize sound in four different soundscapes: *clear*, *crowded*, *powerful* or *mild* (Hedfors 2003 s. 36). Batteriparken was divided into these categories to gain a deeper understanding of the site's auditory characteristics.

The design process

Program items took form as part of the design process. The program items were based on the literature survey, the reference studies and the pre-study of Batteriparken. Another part of the design process consisted of making sketches that were used to discover different design principles that would be suitable for making positive changes in the park's soundscape. Acoustic goals for added sound sources were specifically implemented in the park by using the method *Sonotope Characterisation Tool*. The method is used to describe sound qualities by analysing eight characteristics that evaluate sound properties (Berglund et al. 2013 s. 60). In this study the method was specifically used to describe the properties of implemented sounds.

The design program

The design proposal is presented in the form of a plan that shows the new overall design for Batteriparken. It consists of different parts where sections and perspective views are presented that shows parts of the design in closer detail.

A low noise absorbing wall is placed next to adjacent roads, one higher sound absorbing wall is also implemented a bit further in the park to create an embedded space. New plantings are added for visual masking and an upgrade of the park's ground material is added to increase accessibility and to promote acoustic effects. A new trail with sensors connected to speakers is added that plays different types of water sounds together with a fountain that is added next to new the higher sound absorbing wall. This is done so that the water sounds will be able to mask traffic noise. New park benches are added in the most tranquil parts of the park to create a restful ambience.



Perspective view shows the high noise absorbing wall that frames the embedded space.

Discussion

This study ends with a discussion where new insights of the design program is compiled together with reflections of the methods used in this study. Suggestions for new topics for future studies are also presented in this last part. The results of this study show that there are many opportunities to create a tranquil soundscape in this type of environment, and that the solutions used to improve the soundscape also can contribute to increased well-being for visitors and in many cases ecosystem services. This study also shows that it can be complicated to create tranquil elements because there are several conflicts of interest.

A major part of the design program involved introducing noise damping methods. It was particularly difficult to determine the size and height of noise-cancelling barriers in relation to recommendations regarding traffic safety as well as the feeling of safety in general in the park. Furthermore, the results show that it was difficult to find examples for reference studies, especially urban parks in Sweden, where added sounds have been used to promote a tranquil soundscape. It was also difficult to find suited literature describing people's preferences for different types of sounds brought by vegetation as well as types of soil materials that gives acoustic effects that people tend to prefer. These topics can be further investigated in future studies.

Begreppsspecificering

Ljudlandskap: Ordet ljudlandskap kommer ifrån engelskans soundscape och beskrivs ofta inom landskapsarkitektur och planering som den auditiva beståndsdelen av det mer omfattande begreppet landskap (Cerwén 2016).

Rofyllt ljudlandskap: Ett rofyllt ljudlandskap innefattar ljud som upplevs som naturliga och lugna med få inslag av ljud orsakade av människans aktiviteter (Watts 2017).

Sonotop: Begreppet sonotop används för att beskriva en ljudmiljös anknytning till en specifik plats (Berglund et al. 2013 s. 60). I metodavsnittet beskrivs *Sonotope Characterisation Tool* som har använts för att kunna beskriva och evaluera ljud i gestaltningsprocessen.

Akustisk design: I det här arbetet syftar begreppet akustisk design till ett hjälpmedel för att begränsa oönskade ljud och för att främja rofyllda ljud. Genom utformning kan det bland annat innebära att tillföra ljudinstallationer, ljudabsorberande material och införande av gröna åtgärder så som ekosystemtjänster (Boverket 2016b).

Buller: Begreppet buller kan beskrivas som oönskade ljud som människor helst undviker (Folkhälsomyndigheten 2019). I det här arbetet används begreppet främst för att beskriva påträngande ljud från biltrafik.

Naturliga miljöer: I det här arbetet används begreppet för att beskriva platser eller miljöer som främst består av levande material såsom växter och djur. Det kan exempelvis vara en park eller ett skogsområde.

Innehållsförteckning

Introduktion.....	1
Ljud i planering.....	1
Syfte.....	1
Frågeställningar.....	1
Avgränsning.....	1

Bakgrundsstudie.....	2
Ljud.....	2
Ljudets spridning.....	2
Identifiering av ljudtyper	3
Människan i ljudlandskapet.....	4
Reducering av oönskade ljud.....	4
Ljudskärmar och vallar.....	4
Vegetation.....	5
Implementering av önskade ljud.....	5
Maskering.....	5
Markmaterial.....	6
Naturliga ljud.....	6
Ljudinstallationer.....	6

Metod.....	7
Litteraturöversikt.....	7
Referensstudier.....	7
Val av plats.....	7
Förstudie av Batteriparken.....	8
Inventering.....	8
Auditiv rumsindelning.....	8
Gestaltningprocessen.....	8
Programpunkter och skissprocessen.....	8
Akustiska mål.....	9

Referensstudier.....	10
Tuleparken.....	10
Södervärns busstation.....	10

Förstudie.....	11
Inventering.....	11
Analys.....	13
Det mättade ljudlandskapet.....	14
Det kraftfulla ljudlandskapet.....	14
Det klara ljudlandskapet.....	14

Gestaltningprocessen.....	15
Programpunkter.....	15
Tillförda ljud.....	15
Resultat från skissprocessen.....	16

Gestaltningprogram.....	17
Om gestaltningen.....	18
Det omslutna rummet.....	18
Nya parkvägen.....	19
Ljudstigen.....	20
Rofyllda rum.....	21
Parkens ljudlandskap.....	22

Diskussion.....	23
Resultatdiskussion.....	23
Metoddiskussion.....	24
Frågeställningar inför framtida arbeten.....	24



Introduktion

Examensarbetet undersöker hur en plats kan gestaltas med ljud och auditiva intryck i fokus. Det här avsnittet ger först en grundläggande introduktion till hur ljud används i planering. Därefter följer en beskrivning av arbetets syfte och avgränsningar.

Ljud i planering

Dagens städer står inför nya utmaningar i och med den ökade förtätnings- och urbaniseringstrenden relaterat till hållbarhet i planering (Boverket 2016c s. 24). Förtätningen innebär mer liv och rörelse i våra stadsrum men det innebär också högre ljudnivåer (ibid). 2015 röstade regeringen igenom nya riktlinjer som resulterade i att högre bullernivåer tillåts vid planering av nya bostadsbyggnader (Sveriges riksdag 2017). Enligt Cerwén och Mossberg (2019) strider de nya riktlinjerna mot forskarsamhällets rekommendationer kring miljö och hälsa, men har accepterats på grund av bristen på bostäder och politiska påtryckningar. Författarna menar vidare att konsekvenserna av de nya riktlinjerna är att högre bullernivåer tillåts i närheten av permanenta bostäder. Enligt Boverket (2016a) utsätts omkring två miljoner svenskar för bullernivåer som överskrider de riktvärden som finns för buller utomhus i sin egen boendemiljö. Förutom att många bostäder är bullerutsatta så blir även rekreationsområden med goda ljudkvalitéer färre vilket riskerar att påverka människors välbefinnande och hälsa (ibid). Flertalet studier visar att buller kan ha allvarliga effekter på hälsan som exempelvis sömnstörningar, hörselskador, högt blodtryck och hjärt-kärlsjukdomar (Basner et al. 2014).

Det mest effektiva sättet att minska oönskade ljud är att minska bullerutsläpp nära källan (Van Renterghem et al. 2015 s. 13). Det innebär ofta åtgärder som exempelvis tysta vägmateriell och minskade hastighetsgränser. De metoderna är ofta svåra att genomföra i planering på grund av ekonomiska och politiska skäl. Det finns därför goda anledningar till att uppmuntra till miljövänliga metoder som kan förbättra ljudlandskapet och samtidigt bidra till ekosystemtjänster och en trivsamt miljö (ibid). Patrik Grahn (2011 s. 45) menar att ljud inte prioriteras tillräckligt inom landskapsarkitekturen då det sällan presenteras i ritningar eller tas upp i presentationer, trots att det utgör en stor del av upplevelsen av miljön som vi befinner oss i. Ett flertal studier visar att naturliga miljöer har en positiv effekt på vår hälsa genom att främja stressåterhämtning och ökat välmående (Grahn & Stigsdotter 2003). Greg Watts (2017) menar att *Tranquil places* (Rofyllda miljöer) där ljudlandskapet främst domineras av naturliga ljud och med få inslag av ljud orsakade av människan föredras av de flesta människor. Författaren menar vidare att det är viktigt att vi försöker främja goda ljudkvalitéer i rekreationsområden som vi dagligen vistas i, som naturområden och parker.

Syfte

Syftet med det här examensarbetet är att undersöka och analysera olika gestaltungsprinciper som kan användas vid utformning av ett rofyllt ljudlandskap. Syftet är vidare att testa gestaltungsprinciperna praktiskt genom att applicera dem i form av ett gestaltungsprogram för en urban park.

Frågeställningar:

- *På vilka sätt kan ljudlandskapet på en plats förändras genom begränsning av oönskade ljud samt genom att tillföra ljud som designelement?*
- *Hur kan Batteriparken i Uppsala utformas för att främja ett rofyllt ljudlandskap?*

Avgränsning

Arbetet är geografiskt avgränsat till Batteriparken i Uppsala. De gestaltungsprinciper som använts är därför specifikt anpassade till de metoder som ansetts varit möjliga att tillföra på platsen under tidsramen för examensarbetet. Det här arbetet undersöker olika typer av ljud som tidigare forskning har kunnat påvisa upplevs generellt tilltalande för människor. Vidare gjordes avgränsningen att fokusera på bullerreducerande åtgärder, specifikt kopplat till vägbuller, eftersom majoriteten av forskningen som fanns i litteraturoversikten handlade om vägbuller.



Figur 1. Kartbild visar Batteriparken i förhållande till omkringliggande områden. Gul streckad linje visar Batteriparkens områdesgräns. Kartunderlag taget från lantmäteriet 2019. GSD-Ortofoto © Lantmäteriet. Skala 1:10 000.



Bakgrundsstudie

I det här avsnittet presenteras arbetets litteraturöversikt. Avsnittet börjar med en beskrivning av grundläggande begrepp i ljudteori. Efter det redovisas människan i ljudlandskapet som handlar om människans relation till ljud och de effekter som ljud kan ge upphov till. Sen presenteras olika metoder för hur man med hjälp av akustisk design kan reducera oönskade ljud och hur nya ljudkällor kan bidra till ett rofyllt ljudlandskap.

Ljud

Ljud utgörs av vibrationer som orsakas av en aktivitet. Vibrationerna orsakar fluktuationer i lufttryck över tid som resulterar i ljudvågor som det mänskliga örat kan uppfatta (Moore 2012 s. 2). Storleken på tryckskillnader benämns som amplitud och påverkar ljudets styrka som mäts i det logaritmiska måttet decibel (dB). Decibelskalan startar vid 0. När ljudnivån ökar 8–10 dB kommer ljudet att upplevas dubbelt så starkt. (Boverket 2000 s. 47). Vindsus som orsakar vegetationsljud har ett värde på cirka 20 dB, en människas viskning runt 30 dB och fågelkvitter cirka 40 dB (ibid s. 48).

Frekvens anges i hertz (Hz) och beskriver hur många tryckvågor som träffar trumhinnan under en sekund. Svänger ljudvågorna fler gånger per sekund kommer avståndet mellan ljudvågorna att vara korta. Kort våglängd ger hög frekvens och dessa ljud upplevs ofta som pipiga. Lång våglängd ger låg frekvens och dessa ljud upplevs ofta som dämpade (Trafikverket 2017). Vid beskrivning av hur starkt människan upplever ett ljud görs vanligtvis en vägning av ett ljuds frekvenssammansättning. Det finns olika vägningsfilter som används för att korrigera nivån för frekvenser så att de imiterar örats känslighet. Exempel på vägningsfilter är A-vägning, B-vägning och C-vägning. A-vägning är det mest använda vägningsfiltret där sensitiviteten för låga frekvenser är markant lägre än vid högre frekvenser (Cowan 2016 s. 24). A-vägning används vanligtvis vid mätning av trafikbuller och benämns som dBA (Trafikverket 2017).



Figur 2. Diagram som visar en ljudvågs attribut. Storleken hos amplituden och våglängden påverkar vår uppfattning av ljudet.

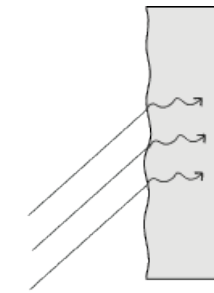
Ljudets spridning

Spridning är en process där ljudets utbredning kan påverkas av faktorer som marktyp, omgivningens topografi och väderförhållanden. Beroende på de här faktorerna kan ljudet spridas genom att absorberas eller reflekteras. Hårda ytor som exempelvis betong och asfalt reflekterar ljudet medan grönytor som exempelvis en gräsyta absorberar ljud. Snö kan dämpa ljudnivån genom absorption medan regn mot en hård yta kan göra att buller från en bilväg ökar (Trafikverket 2017). Spridningseffekten kan också påverkas om hinder förekommer. Effekten beror då på hindrets storlek i förhållande till ljudets våglängd. Om hindret är litet i förhållande till ljudets våglängd är effekten liten, men om hindret är större eller om det finns flera små hinder placerade på en yta kan det påverka ljudets utbredning. När ljudvågen träffar en yta kan ljudet absorberas, reflekteras, spridas genom diffraktion eller släppas igenom om materialet inte är tätt. Hur ljudet sprider sig beror på faktorer som hindrets material och yta (Nilsson et al. 2015).

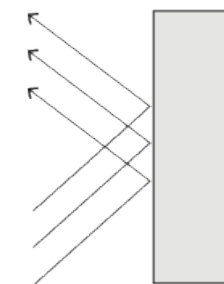
Absorption: En process där ljud konverteras till värmeenergi. Det kan ske när ljudvågor möter ett hinder i form av ett mjukt poröst material. Absorberande material minskar ett ljuds reflektion genom att vara så poröst att luftpartiklarnas rörelser kopplat till ljudet kan tränga sig igenom en barriärs väggar och energin konverteras till värme genom friktion (se figur 3a) (Nilsson et al. 2015).

Reflektion: Ljud kan styras bort från en yta genom reflektion. Om ytan är jämn och hård kommer ljudet att reflekteras i samma vinkel som det inkommande ljudet. Reflektion är en spridningsform som sker när hindret är större än ljudets våglängd (se figur 3b) (Nilsson et al. 2015).

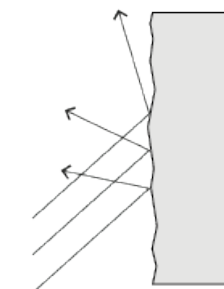
Diffraktion: Om en yta är ojämn sker en reflektion samt en diffraktion. Diffraktion är ett fysiskt fenomen då ljudet sprider sig i olika riktningar. Ljudet sprider sig då över en större yta kan på så vis uppfattas svagare (se figur 3c) (Nilsson et al. 2015).



Figur 3a. Absorption



Figur 3b. Reflektion



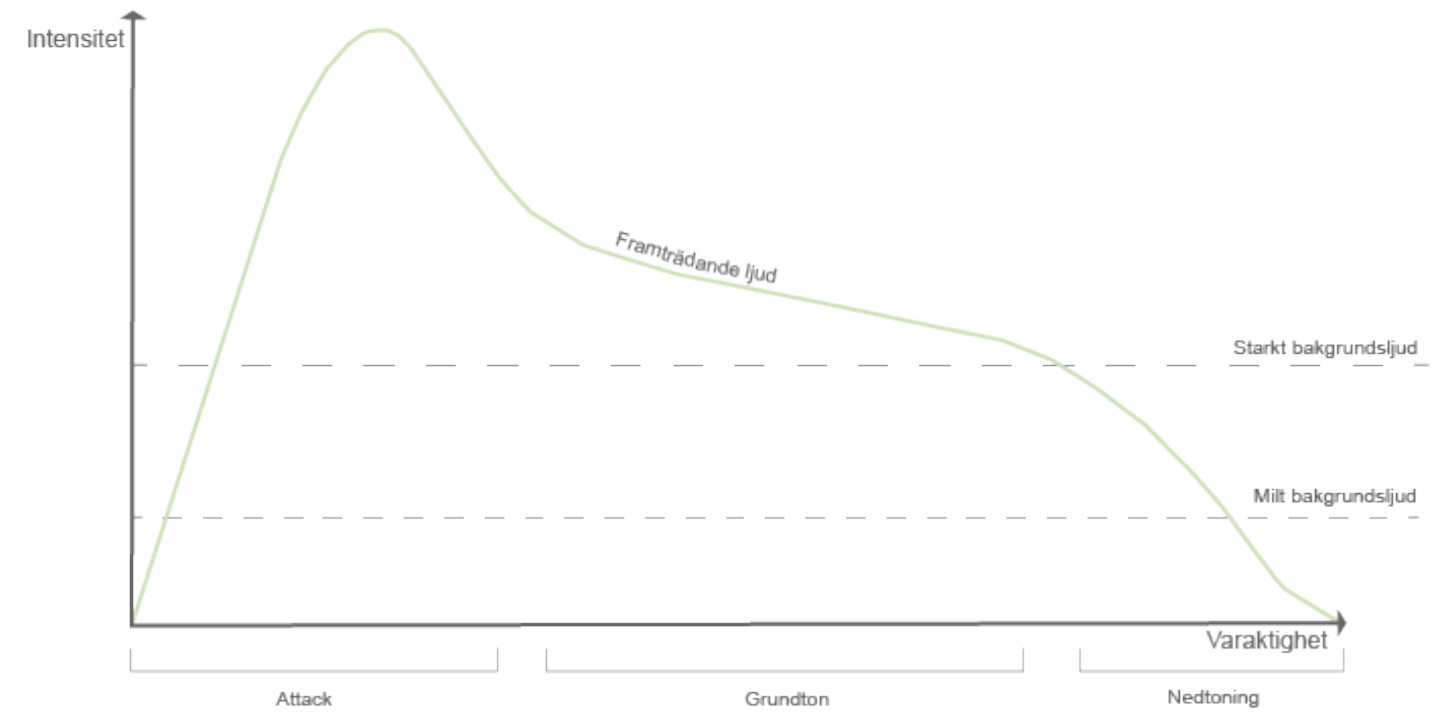
Figur 3c. Diffraktion

Identifiering av ljudtyper

I arbetet används beskrivningar av två ljudtyper. Dessa ljudtyper benämns enligt Hedfors (2003 s. 35) som *figure sounds* och *background sounds*. I det här arbetet har de översatts till framträdande ljud och bakgrundsljud. De två ljudtyperna har tidigare beskrivits av R. Murray Schafer (1994 (1977) s. 9) där de framträdande ljuden benämns som *signals* och bakgrundsljud som *keynote*.

Framträdande ljud: De framträdande ljuden upplevs kortvariga, sällan förekommande och uppmanar till uppmärksamhet. Ett framträdande ljud har en början (attack) som efter en tid tonar ut (nedtoning) och däremellan en bakgrund (grundton) (se figur 4) (Hedfors 2003 s. 35). De ljuden kan fungera som en akustisk varningsklocka då exempel på den ljudtypen är tutor, ringklockor och sirener (Schafer 1994 (1977) s. 9).

Bakgrundsljud: Bakgrundsljuden upplevs som långvariga och oföränderliga. Till skillnad från de framträdande ljuden saknar de början och slut, de upplevs som kontinuerliga (Hedfors 2003 s. 35). Schafer (1994 (1977) s. 9) menar att de ljuden existerar överallt utan att människor lägger märke till dem. Han skriver även att de karaktäriserar en plats och påverkar människors uppfattning om miljön. Exempel på den ljudtypen är susande vind eller havets brus.



Figur 4. Bilden visar hur framträdande ljud och bakgrundsljud förhåller sig till varandra i intensitet och varaktighet. De framträdande ljudets progression varierar beroende på intensiteten (styrkan) hos bakgrundsljudet. Egenkonstruerad figur efter Hedfors (2003 s. 37) diagram.

Människan i ljudlandskapet

Ljud ger viktig information om miljön vi befinner oss i, oavsett om ljudkällan kommer från naturen eller orsakats av människan (Cerwén 2017 s. 21). Till skillnad från vår förmåga att se, som är begränsad till vårt synfält, är vår förmåga att uppfatta ljud bredare då vi kan ta emot intryck från alla håll (Moore 2012 s. 214). Att kunna lokalisera ljud har alltid varit viktigt för människan. Det hjälper oss att avgöra om det vi hör är något vi bör söka efter eller undvika, samt åt vilket håll vi bör rikta den visuella uppmärksamheten (ibid s. 213). Ljud har möjligheten att väcka känslomässiga reaktioner och de kan vara både positiva och negativa. Vår förmåga att processa auditiva intryck i hjärnan är kopplat till det limbiska (känslomässiga) systemet i hjärnan vilket anses kunna förklara varför ljud kan framkalla emotionella reaktioner (Cerwén 2017 s. 22).

Att veta vilken form av akustisk miljö som människor föredrar är svårt (Ipsen 2002 s. 187). Skillnaden mellan tilltalande ljud och oönskade ljud är subjektiv och skiljer sig bland annat på individnivå, det kulturella sammanhanget och beroende på platsen (ibid). Alla olika typer av ljud kan upplevas som tilltalande eller opassande beroende på vem det är som upplever ljudet (Farina 2014 s. 289). Vad som upplevs som en bullerstörning är därför subjektivt och beror på vilken typ av aktivitet som orsakar bullret och människors inställning till den aktiviteten (SKL 2017 s. 145). Upplevelsen av buller skiljer sig mellan olika individer då människor har olika känslighet för bullerpåverkan. Allmänna konsekvenser relaterade till bullerstörningar inkluderar bland annat koncentrationssvårigheter, nedstämdhet och sömnsvårigheter (ibid).

Under 1980-talet tog Kaplan och Kaplan (1989) fram teorin *Attention Restoration Theory*, som beskriver två olika tillvägagångssätt för människan att hantera och sortera dagliga intryck och information på. Den ena beskrivs som den riktade koncentrationen (*Directed Attention system*) som används när hjärnan utsätts för påfrestande intryck, exempelvis när vi utforskar en plats för första gången. Enligt författarna har systemet en begränsad kapacitet att stänga ute vissa ansträngande upplevelser som exempelvis oönskade ljud som trafikbuller. När det systemet överbelastas tvingas hjärnan att bearbeta och sortera upplevelserna, vilket kan leda till negativa effekter som trötthet och irritation. Vidare menar Kaplan och Kaplan att det finns en urban komplexitet då de typerna av störande upplevelser generellt finns i stadsmiljö (ibid).

Det andra tillvägagångssättet kallas för den spontana uppmärksamheten (*Soft fascination*) (Kaplan & Kaplan 1989). Det systemet fungerar på ett annorlunda vis då upplevelser som hjärnan registrerar inte behöver sorteras.

Det innebär att de upplevelserna uppmärksammas, men de ger samtidigt hjärnan möjlighet att vila eftersom det inte går åt energi till att sortera upplevelserna. Vidare menar Kaplan och Kaplan att naturliga miljöer anses kunna främja den spontana uppmärksamheten och på så vis ge hjärnan möjlighet att vila (ibid).

De flesta människor upplever ljudlandskapet på en plats som en del av ett större multisensoriskt helhetsintryck (Ipsen 2002 s. 187). Det är därför viktigt att studera en plats perceptuella fält som helhet, då det finns väldigt starka förhållanden mellan det vi hör, ser och känner (ibid). I en studie undersöktes samband mellan visuell och akustisk stimuli där olika ljud- och bildkombinationer presenterades för 75 personer (Carles et al. 1999). Studien användes för att utvärdera hur olika kombinationer av ljud och bild påverkar människors uppfattning av en miljö. Resultaten från studien visade att människor generellt tenderar att uppskatta ljud som stämmer in med den visuella miljön, exempelvis fågelsång i en naturlig miljö. Ljud som hörs i motsatt kontext, som exempelvis buller från trafik i en naturlig miljö, upplevdes negativt. Ett undantag i studiens resultat var att naturliga ljud som fågelsång och porlande vatten uppskattades i alla typer av miljöer, även i urbana

Reducering av oönskade ljud

Ljudskärmar och vallar

Ett effektivt sätt att dämpa buller är att blockera ljudet med hjälp av en barriär (HOSANNA 2013). Exempelvis brukar höga ljudskärmar placeras intill motorvägar för att skydda bullerutsatta bostadsområden. Denna lösning kan vara svår att använda i täta städer på grund av trafiksäkerhetsregler eller av estetiska skäl. Låga ljudskärmar (mindre än 1 meter höga) kan, om de utformas rätt, vara användbara i dessa miljöer (ibid). Vid bullerdämpning är höjden på skärmen den viktigaste faktorn, men även placering av skärmen och val av material är viktigt (SKL 2017 s. 70).

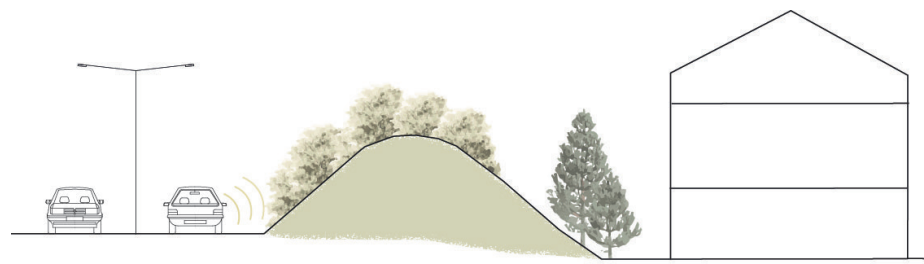
Normalt är placering av en ljudskärm nära bullerkällan att föredra, men goda effekter kan även uppnås genom att placera en ljudskärm nära åhöraren (SKL 2017 s. 70). En ljudskärm som är utformad av ett akustiskt mjukt material, exempelvis ett material med hög porositet, är att föredra. Materialet bör också ha en god absorptionsförmåga. Absorptionsförmågan uppnås genom att använda material som exempelvis porös fiberbetong, vissa typer av växtsubstrat, vitrumit eller mineralull (ibid). De flesta murar och plank är bygglovsförpliktigade enligt förordningen för plan och bygglagen (SFS 2011:338).

Eftersom människor upplever närmiljön som summan av flera multisensoriska intryck är det en god idé att implementera skydd som är estetiskt anpassade efter närmiljön (SKL 2017 s. 70). Vid utformning av en ljudskärm är det viktigt att den är tät så att inga ljud kan ta sig igenom (ibid). I vissa fall behövs öppningar i en bullerskärm, exempelvis vid en gångväg (ibid s. 75). För att öppningen inte ska minska skärmens funktion kan skärmen gå omlott. Överlappningen mellan skärmarna bör då vara minst tre gånger så långt som avståndet mellan den främre och bakre skärmen. Öppningen ska inte heller vara större än avståndet mellan de två ljudskärmarna (ibid). Ett exempel på en platsanpassad bullerskärm är en gabionmur vid Nauner platz i Berlin med klättrande växter (Ljudplanering u.å a) (se figur 5).



Figur 5. Bild över den platsanpassade gabionmuren vid Nauner Platz som är övervuxen med klätterväxter. Fotograf: Gudrun Rabenius

Topografin på en plats påverkar spridningen av ljud (HOSANNA 2013 s. 15). Att ändra en plats topografi tar generellt mer plats än implementering av ljudskärmar, men kan ha akustiska fördelar. Denna metod anses därför vara svår att genomföra i stadsmiljö, men den kan ha mer än bara akustiska fördelar (ibid). Ett exempel på detta är jordvallar som kan öka den absorberande ljudförmågan och samtidigt bidra till en estetiskt tilltalande miljö genom att bidra med rekreativsmöjligheter (ibid). I och med att en jordvall har slänter på båda sidor kan vallens höjd behöva vara högre än vad en ljudskärm behöver vara (SKL 2017 s. 71).



Figur 6. Bild visar exempel på hur en jordvall kan implementeras intill ett vägområde för att skydda intilliggande byggnader från buller.

Vegetation

Vegetation kan reducera ljud på tre olika sätt (Azkorra et al. 2014). Det kan ske genom spridning, i form av reflektion och diffraktion, via växtens stam, grenar och löv. Det kan också ske i form av absorption när ljudvågor möter växterna, och en förvandling från ljudenergi till värmeenergi sker. Den tredje ljuddämpande effekten är beroende av markskiktet som växterna står på. Växter, som exempelvis träd, skapar ett mjukt underlag när rötter tränger sig ner i marken vilket gör jorden mer porös vilket förbättrar markskiktets ljudabsorberande förmåga (ibid). Spridning av ljud från stammar, grenar eller bladverk fungerar bäst vid högfrekventa ljud (HOSANNA 2013). Markskiktet har till skillnad från stammar och bladverk en bättre förmåga att dämpa lågfrekventa ljud (Van Renterghem 2012 s. 93).

Ett sätt att använda den ljuddämpande effekt som vegetation har är att placera trädrader längs med ett gaturum (HOSANNA 2013). Buller kan på så vis spridas och absorberas i trädkronan. Viktigt för att det här ska fungera är att träden har stora kronor, så att klangtiden blir så lång som möjligt i trädkronorna. Om trädet har en väldigt tät krona finns risken att ljudet reflekteras nedåt, vilket kan försämra ljudnivån för människor som rör sig längs med vägen (ibid). Trädrader i gaturum bedöms ha en ljudminskning på ungefär 2 dBA vilket är lågt jämfört med andra metoder (ibid). Bästa bullerdämpande effekt uppnås vid plantering av rikliga biomassor (Van Renterghem 2012 s. 91). Växters ljuddämpande förmåga är något som diskuteras, då vissa anser att effekten är närmast försumbar medan andra anser att det finns betydande akustiska effekter (ibid s. 92).

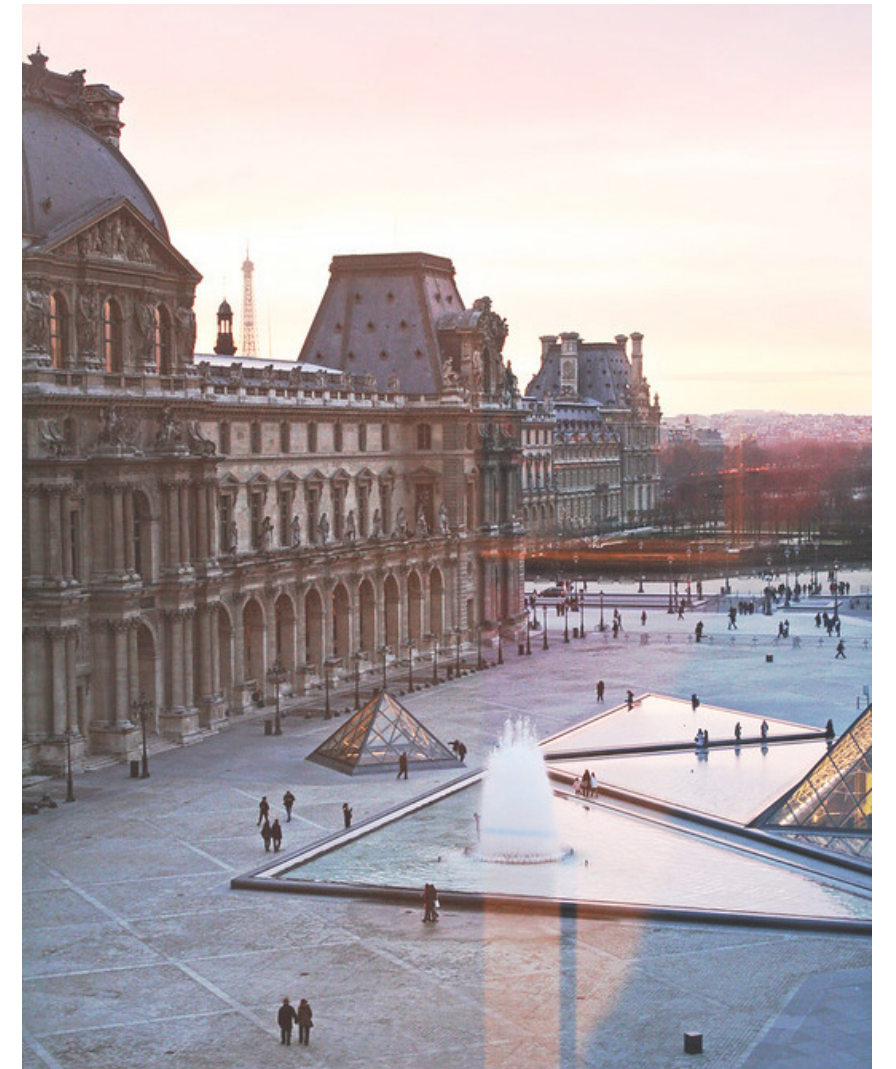
Att tillföra önskade ljud

Maskering

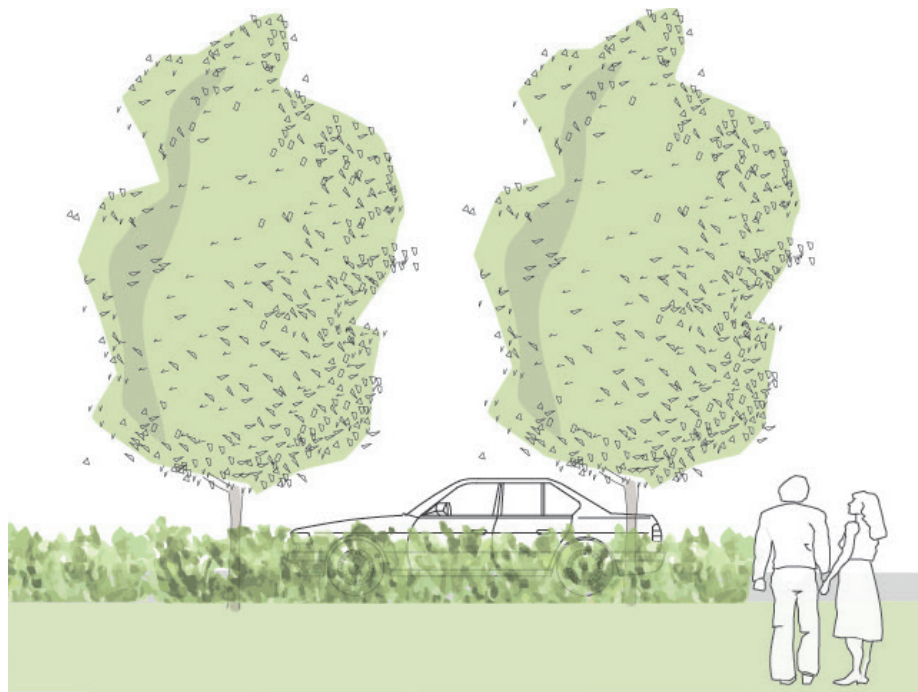
Ljudmaskering innebär att ett ljud (maskerare) påverkar hur ett annat ljud uppfattas (måljud) (Moore 2012). Målet med metoden är att fokus ska förflyttas från måljud till maskerande ljud (ibid). Det finns två olika typer av maskeringsljud, energimaskering och informationsmaskering (Hellström 2011 s. 17). Energimaskering innebär att måljudet minskas så pass mycket att det inte går att uppfatta eller att det uppfattas svagt. Det kan vara svårt att implementera vid höga ljudnivåer då maskeraren riskerar att uppfattas påträngande. Informationsmaskering innebär att både måljud och maskerare uppfattas, men att fokuset har förskjutits till maskeringsljudet (ibid). Ett välkänt exempel på hur den här formen av maskering kan användas är att implementera vattenljud från en fontän som kan förflytta fokus från trafikbrus (ibid). Detlev Ipsen (2002 s. 195) tar upp Louvres torg som ett exempel där rinnande vatten får platsen att upplevas lugn och tyst trots att det stundvis vistas tusentals människor där (se figur 7).

Forskning har visat att det finns en komplexitet i att använda maskering som metod då effekten beror på de olika ljudens fysiska karaktär, exempelvis intensitet och frekvens (Cerwén 2016). Resultaten av maskeringen beror också på den rumsliga placeringen av de olika ljudkällorna (ibid). Vissa anser att det inte finns någon mening med att använda denna metod om en plats är utsatt för ljudnivåer över 65-70 dBA, eftersom så starka ljud upplevs störande (Zhang & Kang 2007). För bäst effekt bör ljudnivån ligga under 50-55 dBA (Nilsson & Berglund 2006).

En annan metod är att använda sig av visuell maskering. Syftet med den metoden är att osynliggöra oönskade ljud genom att leda undan fokus från de oönskade ljuden för att minska det störande intrycket på platsen (Ljudplanering u.å b). Enligt Timothy Van Renterghem (2018 s. 133) kan störande intryck som buller förklaras delvis med decibelnivåer, men även andra miljömässiga, personliga och akustiska faktorer spelar roll vid förståelse av hur människor upplever oönskade ljud. I en studie undersöker författaren hur synlig vegetation påverkar vår uppfattning av buller (ibid). Studien var en enkätstudie som utfördes nära en kraftigt trafikerad väg, omgiven av riklig vegetation. Trots att ljudnivån låg på 70 dB ansåg 45% av deltagarna att miljön uppfattas som lugn. Det resultatet indikerar att visuell maskering med hjälp av vegetation kan dämpa människors negativa upplevelse av buller (ibid s. 134). Det finns exempel på, att när trädrader av olika skäl tagits bort i trafikerade gatumiljöer har det orsakat missnöje kopplat till höga ljudnivåer, trots att bullernivåerna inte har förändrats (ibid) (se figur 8 sida 6).



Figur 7. Bild visar vattenmaskering vid Louvres Torg. Originalbild: Paris Sunset from the Louvre window av Dimitry B. (CC- BY 2.0)



Figur 8. Figur visar hur visuell maskering kan förflytta uppmärksamheten från trafikbuller.

Markmaterial

Olika markmaterial påverkar människans upplevelse av ljudlandskapet (Cerwén et al. 2016). En studie gjord i rehabiliteringsträdgården vid Sveriges lantbruksuniversitet i Alnarp visade att människor uppskattar olika typer av markmaterial som bland annat trä och grus, men på olika sätt (ibid s. 7). Deltagare i studien berättade att ljudet från fotsteg från ett träunderlag gav ett mjukt och behagligt ljud som bidrog till positiva associationer. Träunderlaget fick även människor att stanna upp och sänka sin gånghastighet (ibid s. 8). Grus som markmaterial fick deltagarna att röra sig snabbare på platsen och gav indikationer på var de andra deltagarna befann sig någonstans i trädgården. Detta uppskattades av många deltagare då de hörde om en annan deltagare var i närheten, vilket uppskattades då många ville ha egen tid i trädgården (ibid s. 7).

Naturliga ljud

Ett flertal studier visar att fågelsång upplevs tilltalande i urbana grönområden, vilket anses vara viktigt att ha i åtanke för att främja biodiversitet såväl som rekreationsupplevelser (Hedblom et al. 2014). En studie gjord vid Göteborgs universitet visar att en variation av fågelsång från flera olika arter är mer uppskattat än fågelsång från en enda art (ibid). För att fåglar ska trivas på en plats bör det finnas tillgång till boplatser, vatten och föda (Smith & Persson 2014 s. 16). Det kan uppnås genom plantering av inhemska växter som endast kräver begränsad skötsel. Skötselnivån bör vara relativt låg då den annars riskerar att störa fågel och insektsliv (ibid). Att införa växtmaterial med bär, frön, pollen och nektar är en god idé, då de förser fåglar och insekter med mat. Fåglar föredrar tät vegetation med fler lager (ibid).

Vegetationsljud förknippas ofta med ljudet av rasslande löv i vinden. Effekten av de ljuden kan förstärkas med genomtänkta val av växtmaterial. Exempelvis aspens långa bladskärf som gör att bladen skakar vilt i luften och bambu som prasslar i vinden (Ljudplanering u.å b). Olika vegetationsarter frambringar olika typer av vindsus och därför har en plats med olika trädarter ett brett spektrum av olika ljudfrekvenser (Van Renterghem 2018). Det kan användas vid maskering av exempelvis trafikljud (ibid). Vid öppna platser som fält och kullar kan ljudeffekten från vegetation förstärkas (Cerwén et al. 2016).

Vattenljud är en klassisk komponent i landskapsdesign och kan bidra med en variation av olika typer av ljud (Ljudplanering u.å b). Vatten kan droppa, plaska, brusa, pulsera och skvalpa. Dessa ord är mycket beskrivande, särskilt när de knyts samman med de visuella yttringarna som följer med ljudet (Grønt Miljø s. 6). Att uppleva vattenkonst, såsom exempelvis en fontän, är mer än att uppfatta vattnets rörelser visuellt. Ljud från vatten bestäms primärt av vattnets tryckkraft, tröghet, ytspänning och viskositet. Det gäller även vid utformning av en fontän. Vid utformning av en fontän är formen på munstycket viktigt för den auditiva effekten (ibid s. 7) Vattenljud från fontäner används ofta vid maskering av trafikljud (Nilsson et al 2015. s. 211).

Ljudinstallationer

Ljudskulpturer och högtalare är installationer som kan introduceras på en plats för att förändra ljudlandskapet. Installationerna kan monteras på utemöbler eller utgöra ett eget inslag i miljön (Steele et al. 2016). Högtalare och sensorer kan användas för att imitera naturliga ljud som exempelvis fågelljud och på så vis gynna en rofylld miljö (Farina 2014 s. 288). Ett exempel på där högtalare och sensorer har använts är vid Vårdens park i Göteborg, där sensorer aktiveras när besökare går längs med en ljudstig (Ljudplanering u.å a). Parken är utformad efter ett havstema och de ljud som hörs i parken är bland annat skvalpande vågor, sjungande fiskmåsar och en val som brummar. Ett annat exempel är Nauner Platz i Berlin som har sittmöbler med integrerade fågelljud (ibid).



Figur 9 och 10 visar ljudstigen i Vårdens park i Göteborg. Fotograf: Oda Rabenius

Sammanfattning av bakgrundsstudie

Människan i ljudlandskapet:

- Ljud har möjlighet att väcka känslomässiga reaktioner och de kan både vara positiva och negativa.
- Naturliga miljöer med rofyllda ljud anses ge hjärnan möjlighet att vila till skillnad från miljöer med flera påfrestande intryck som exempelvis buller.
- De flesta människor upplever ljudlandskapet på en plats som en del av ett större multisensoriskt helhetsintryck.

Reducering av oönskade ljud:

- Olika typer av ljudskärmar och vallar har möjlighet att reducera oönskade ljud. Dess effekt beror på faktorer som hindrets placering och material.
- Växters ljuddämpande förmåga är omdiskuterat i forskning. Vissa anser att effekten är närmast försumbar medan andra anser att det finns betydande akustiska effekter.

Implementering av oönskade ljud:

- Ljudmaskering och visuell maskering kan förflytta uppmärksamheten från ett ljud till ett annat.
- Olika typer av markmaterial påverkar människans upplevelse av ljudlandskapet.
- Naturliga ljud som fågelsång, vegetationsljud och vattenljud kan bidra till en förhöjd upplevelse av en miljöes ljudlandskap.



Metod

I den här delen beskrivs genomförandet av arbetet. Metoden bestod av fem delar som presenteras i det här avsnittet..

Litteraturöversikt

För att undersöka vilka gestaltungsprinciper som är betydelsefulla vid gestaltning av ett rofyllt ljudlandskap utfördes en litteraturöversikt. En del av litteraturöversikten undersöker människans relation till ljud, och de effekter som ljud kan ge upphov till. Litteraturöversikten tar även fasta på hur akustisk design kan förbättra ljudlandskapet i en parkmiljö. Ett urval av metoder som ansågs vara lämpliga vid reduktion av oönskade ljud och implementering av önskade ljud, som går att applicera på Batteriparken, valdes ut till litteraturöversikten. Sammanställningen av metoder presenteras i arbetets bakgrundsstudie.

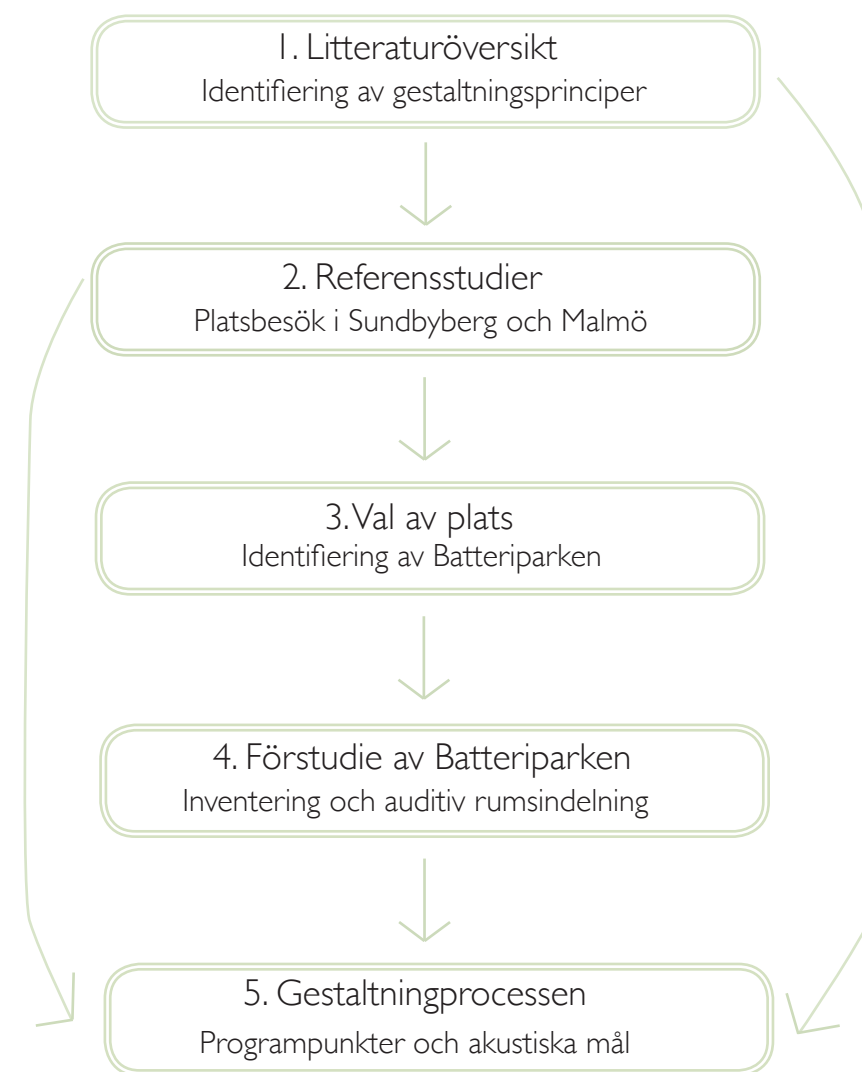
Litteraturen bestod främst av böcker och vetenskapliga artiklar inom områdena landskapsarkitektur, ljudplanering och miljöpsykologi. Arbetets litteraturlista baseras till stor del på sökningar i databaser som Web of Science, Uppsök och Researchgate. Lämpliga sökord som användes var bland annat *soundscape*, *tranquility*, *acoustic design* och *landscape architecture*. Information hämtades också ifrån EU-projektet HOSANNA (*Holistic and Sustainable Abatement of Noise by optimized combinations of Natural and Artificial means*) där en sammanställning av ljuddämpande åtgärder för grönare städer förespråkas. Information från offentliga dokument från Boverket, Trafikverket och Sveriges Kommuner och Landsting användes också. Två platser studerades även som en del av litteraturöversikten, för att få en ökad förståelse för hur ljud kan användas som designelement. Den första var Vårdens park i Göteborg där landskapsarkitekterna Ulf Rehnström och Per Hedfors jobbat med akustisk design i form av sensorer som spelar havsinspirerade ljud. Den andra var Nauner Platz i Berlin, där bland annat högtalare och en specialutformad mur har gestaltats för att förbättra ljudlandskapet (Ljudplanering u.å a).

Under arbetets gång hölls två möten med landskapsarkitekten och forskaren Per Hedfors, då gestaltungsideaer diskuterades. Ett möte hölls även med en trafikingenjör på Uppsala kommun, för att få en ökad förståelse för hur bullerreducerande ljudskärmar skulle kunna användas intill parkens vägområde.

Referensstudier

En del av examensarbetets referensstudier baserades på platsbesök. Den första platsen som besöktes var Tuleparken i Sundbyberg. Besöket motiverades av att parken är speciellt utsedd av Sundbybergs kommun för att vara en tyst och rofylld park trots sitt bullerutsatta läge (Sundbyberg stad u.å).

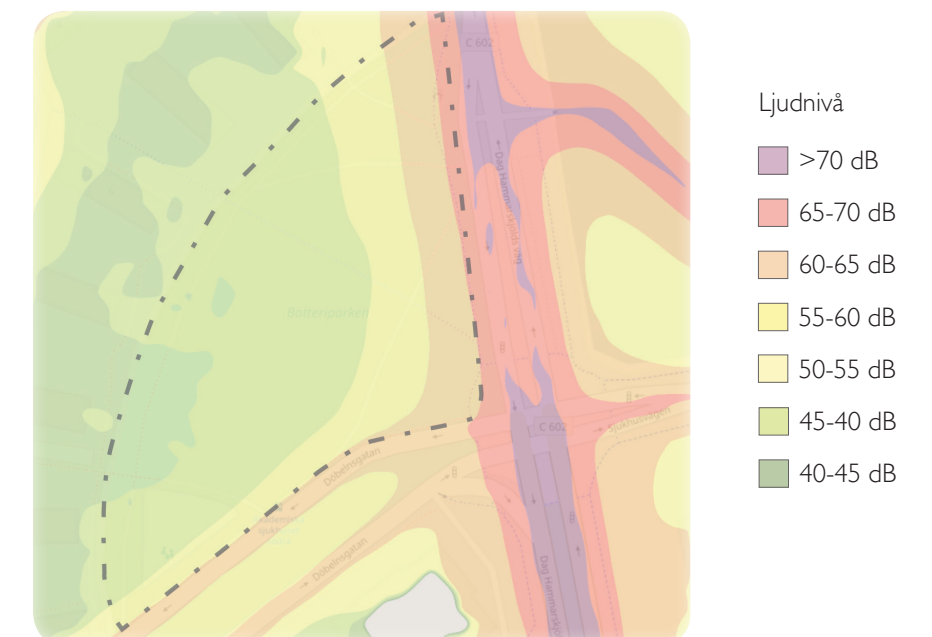
Syftet var att undersöka de element som finns där, som bidrar till den upplevda rofylldheten. För att hitta lämpliga platser att besöka studerades Landskapsarkitekten Gunnar Cerwéns webbsida; Ljudplanering. På webbsidan listar Gunnar Cerwén flera projekt där ljudplanering har använts på platser för att tillföra eller reducera vissa ljud (Ljudplanering u.å a). Ett av dessa projekt, den andra platsen som besöktes, var Södervärns busstation i Malmö. Vid busstationen finns ett flertal fontäner och motivet till att besöka denna plats var att undersöka hur vattenljud kan maskera oönskade ljud i en miljö utsatt för mycket trafik. Observationerna av platserna baseras på författarens egna upplevelser. För att kunna beskriva platsernas ljudlandskap delades uppfattade ljud in i framträdande ljud eller bakgrundsljud (se Identifiering av ljudtyper s. 3).



Figur 1.1. Schematisk bild som visar metodens olika delar. Gestaltungsprogrammet baserades på metodens samtliga delar.

Val av plats

Forskning visar att det finns goda anledningar att främja tilltalande ljudkvaliteter i rekreationsområden i stadsnära lägen, där många människor har möjlighet att vistas (Watts 2017). Därför gjordes valet att applicera principerna i en urban park. Genom att studera Uppsala kommuns bullerkarta över Uppsala tätort valdes Batteriparken, i stadsdelen Kåbo, då stora delar av parken är bullerutsatt (Uppsala kommun 2017). En mer detaljerad bullerkarta över området hämtades också från Uppsala kommuns interaktiva kartverktyg, baskartan, som visar information från bullerutredningar som görs var femte år (se figur 1.2). Genom att observera kartunderlag över området, uppmärksammades en brist på attraktiva rekreationsområden nära nybyggnadsområdet för akademiska sjukhuset. Det låg också som grund till val av plats.



Figur 1.2. Bilden visar bullerkartläggning av Batteriparken. Streckad linje visar parkens avgränsning. Kartunderlaget har tagits från Uppsala kommuns baskarta 2019. Baskartan © Uppsala kommun. Skala 1:5000.

Förstudie av Batteriparken

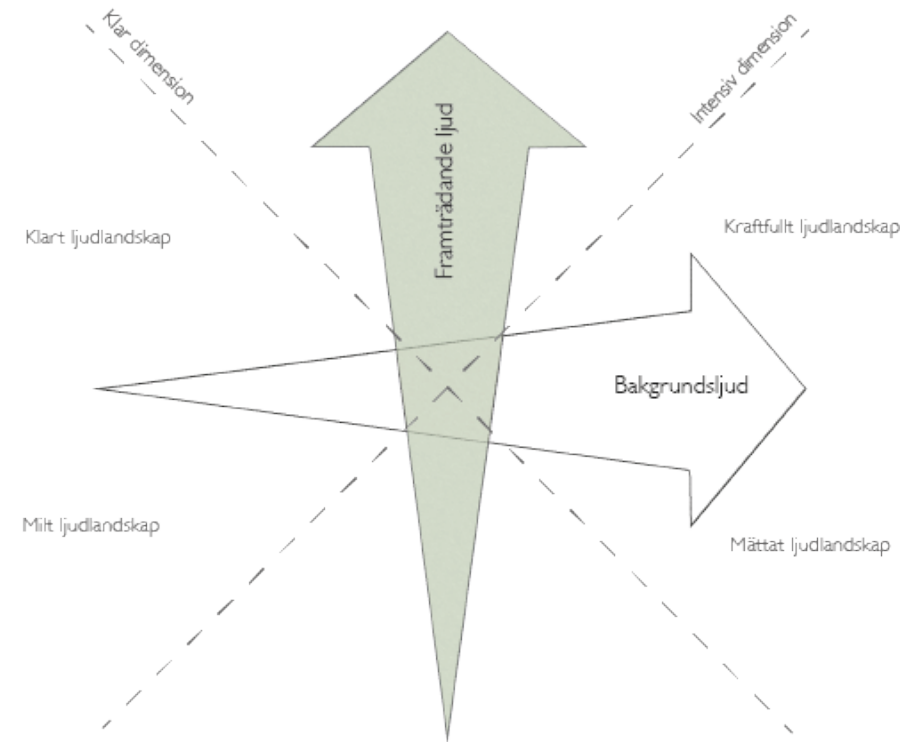
Inventering

För att få en övergripande förståelse av platsen gjordes en inventering, som baseras på författarens egna observationer. Batteriparken besöktes flera gånger under september, oktober och november, vid olika tidpunkter för att studera hur platsen användes beroende på vilken tid besökare befann sig på platsen. Platsbesöken varade i 30–45 minuter och skedde under förmiddagar och eftermiddagar. Observationerna dokumenterades med hjälp av anteckningar för hand och med mobilkamera. Den grundläggande undersökningen tar fasta på platsens användning, funktioner, rörelsemönster, befintliga växtmaterial, sittplatser, markmaterial samt parkens omkringliggande värden. Kartografiskt material från Uppsala kommuns interaktiva kartverktyg studerades även för att få mått på olika vägar och vegetationens placering vilket var ett bra hjälpmedel när en inventeringskarta togs fram.

Auditiv rumsindelning

För att få en djupare förståelse för platsens ljudlandskap analyserades även Batteriparkens auditiva rumsindelning. Detta studerades genom observationer i parken som utfördes vid olika tillfällen under september och oktober månad. Observationerna utfördes under förmiddagar och eftermiddagar, parallellt med de observationer som låg som grund för inventeringen. Platsbesöken varade i 30–45 minuter och identifieringen av de olika ljudlandskapen baseras på promenader i parken där författarens egna upplevelser ligger till grund för gränsdragningen mellan olika typer av ljudlandskap. Observationerna dokumenterades med hjälp av anteckningar för hand och bilder togs med mobilkamera.

Vid identifiering av den auditiva rumsindelningen användes Per Hedfors (2003 s. 35) *The Model of Prominence*. Analysmetoden går ut på att beskriva ljudlandskap. Först identifieras ljud efter ljudtyper, som framträdande ljud eller bakgrundsljud (se Identifiering av ljudtyper s. 3). De kompletteras sedan genom att tillföra den klara dimensionen och den intensiva dimensionen för kategorisering av fyra olika ljudlandskap. Hedfors beskriver ljudlandskapen som *clear*, *crowded*, *mild* och *powerfull* (ibid s. 36), som i arbetet benämns som klart, mättat, mildt och kraftfullt ljudlandskap (se figur 13). De klara och mättade ljudlandskapen har tidigare beskrivits av Schafer (1994 (1977) s. 43) och benämns som *hi-fi* respektive *low-fi*.



Figur 13. Figuren visar proportionen mellan de fyra ljudlandskapen. Den upplevda intensiteten (styrkan) och den upplevda klarheten hos de två olika ljudtyperna avgör vilket ljudlandskap som en plats kan kategoriseras som. Egenkonstruerad figur efter Hedfors (2003 s. 36) modell.

Klart ljudlandskap: Det klara ljudlandskapet (*hi-fi*) karaktäriseras av att det enkelt går att urskilja de framträdande ljudens början och slut (Hedfors 2003 s. 37). Det klara ljudlandskapet karaktäriseras av en rofylld atmosfär. Bakgrundsljuden är svaga vilket resulterar i att de framträdande ljuden hörs väldigt tydligt och kan färdas långt i landskapet (Schafer 1994 (1977) s. 43).

Mättat ljudlandskap: I det mättade ljudlandskapet (*low-fi*) smälter platsens ljud in i varandra. Bakgrundsljud döljer de framträdande ljudens början och slut och individuella ljud är svåra att identifiera (Hedfors 2003 s. 37). I det ljudlandskapet är det närmast omöjligt att uppfatta ljudet av fotsteg i snö eller ett djur som småspringer i ett buskage (Schafer 1994 (1977) s. 43).

Det *milda ljudlandskapet* och det *kraftfulla ljudlandskapet* skiljer sig i intensitet. I det kraftfulla ljudlandskapet är både bakgrundsljuden och de framträdande ljuden starka och intensiva, men de går att skilja från varandra. I det milda ljudlandskapet är bakgrundsljuden och de framträdande ljuden svaga och de går också urskilja från varandra. Relationen mellan dessa ljudlandskap kan beskrivas som max och minläge på en volymknapp (Hedfors 2003 s. 37).

Gestaltningssprocessen

Programpunkter och skissprocessen

Gestaltningsarbetet påbörjades tidigt under detta arbete. Programpunkter togs fram och de baserades på arbetets litteraturoversikt, referensstudier, inventering och den auditiva rumsindelning som tagits fram för Batteriparken. Under gestaltningsarbetets gång testades olika idéer genom skissande. Skisserna utfördes först för hand och fungerade som ett verktyg för att undersöka hur de akustiska målen kunde omsättas. Så småningom valdes några gestaltningsidéer ut och skisserna bearbetades i programmen AutoCAD, Illustrator, SketchUp 3D och Photoshop. Gestaltningsprogrammet resulterade i en övergripande planskiss och principskisser för parkens olika områden, samt en plan som beskriver parkens nya ljudlandskap.



Figur 14. Bild visar en skiss från gestaltningssprocessen där rumslighet undersöktes i sketchup. Modellen blev en utgångspunkt för perspektivbilder.

Akustiska mål

Akustiska mål för tillsatta ljud i parken togs fram med hjälp av metoden *Sonotope Characterisation Tool* (SCT). Genom att beskriva ljud på en plats skapas en grund för att kunna evaluera önskvärda ljud. Det gör att vi kan bedöma vilka ljud som riskerar att överröstas och vilka ljud som behöver åtgärdas när nya ljudkällor tillkommer. Vid gestaltning av ljud är det viktigt att undersöka, eftersom risken finns att tillsatta ljud korresponderar med befintliga ljud på ett sätt så att de inte uppfattas (Berglund et al. 2013 s. 45). För att kunna utvärdera detta har metoden *Sonotope Characterisation Tool* tagits fram. Metoden går ut på att beskriva ljudkvalitéer genom att analysera åtta karaktärer som evaluerar ljudets egenskaper. Metoden lämpar sig bäst tidigt i ett gestaltningsprojekt, tidigt under en analys eller under skissfasen (ibid s. 60). Under gestaltningsprocessen beskrevs önskade ljudkvalitéer som underlag till gestaltningen. I metoden undersöks följande åtta karaktärer:

Varaktighet. Hur varaktigt upplevs ljudet?

Teknisk karaktär. Beskriver ljudet ur ett tekniskt avseende. Exempelvis efter ljudets intensitet (styrka) eller frekvens.

Härmning. En beskrivning av ljudet i sig. Exempel på ljudhärmande ord är surrande, susande med mera.

Orientering. Redogör var ljudet i landskapet kommer ifrån. Ljudet kan uppfattas från en viss riktning eller från alla håll.

Släktskap. Finns det något som ljudet påminner om?

Ljudkälla. Beskrivning av vad som ger upphov till ljudet.

Värderande karaktär. Redogör för de emotionella anknytningar som ljudet ger upphov till (tilltalande, störande etc).

Betydelse. Förmedlar ljudet ett budskap?

Först beskrivs ljudet efter ljudtyp, som ett framträdande ljud eller som ett bakgrundsljud (se Identifiering av ljudtyper s. 3) och sedan kategoriseras ljudet utifrån de åtta karaktärerna (Berglund et al. 2013 s. 62).



Referensstudier

I det här avsnittet presenteras resultaten från platsbesöken till Tuleparken och Södervärns busstation. Först presenteras allmän information om platserna som sedan kompletteras med författarens upplevelser från platsen.

Tuleparken

Tuleparken ligger i centrala Sundbyberg mellan flera villor och en tennisplan. Parken befinner sig på en höjd där det finns en blandning av barr och lövträd samt klipphällar, som bidrar till en skogslik karaktär. Inte långt ifrån parken finns det större trafikleder. Ljud från bil- och flygtrafik kan höras på platsen, men trots det är platsen ändå utpekad i Sundbybergs guide till tysta områden (Sundbyberg stad u.å). Platsbesöket genomfördes under en vardag i slutet av september en tidig eftermiddag.

Författarens upplevelse av platsen

Tuleparken är omsluten av vegetation och hus. I utkanterna av parken finns lövträd, buskvegetation, växter som är trädgårdsrymlingar och längre in i parken finns äldre tallar och blåbärsris. Bakgrundsljuden på platsen utgjordes av ett lågmält trafikbrus och susande vind som silade genom trädtopparna. Dagen då platsen besöktes var inte särskilt blåsig, men trots det var det ljudet från vinden som uppfattades mest. Bladen från träden och buskarna darrade och snurrade runt i vinden, vilket skapade både auditiva och visuella upplevelser.

De framträdande ljuden på platsen utgjordes av biltutor, fågelljud som uppfattas från och till, samt ett förbipasserande flygplan som hördes under platsbesöket. Ett par skolelever satte sig bland klipporna och deras samtal uppfattades klart och tydligt på platsen. För att nå parken behöver man gå en promenad längs med en brant och stenig stig, vilket gjorde att parken upplevdes som svårtillgänglig. Området vid parkens topp hade en helt annan atmosfär och känslan var att intrycken från de omkringliggande trafikljuden dämpades.



Figur 15 och 16. Bild till vänster visar parkens entré. Bilden till höger visar parkens skogslika karaktär.

Södervärns busstation

Busstationen ligger i södra innerstaden i Malmö. I närområdet finns flera sjukhusbyggnader, livsmedelsbutiker och skolor. På platsen finns sex fontäner som står på rad, i ett rum som omges av lindalléer på båda sidor. Platsen ligger i anslutning till den trafikerade Spårväggsgatan. Vattenljuden från fontänerna, ljud som anses kunna flytta fokus från buller från intilliggande vägar (Ljudplanering u.å a) bidrar till variation i ljudlandskapet. Platsen besöktes en förmiddag under en helg i oktober månad.

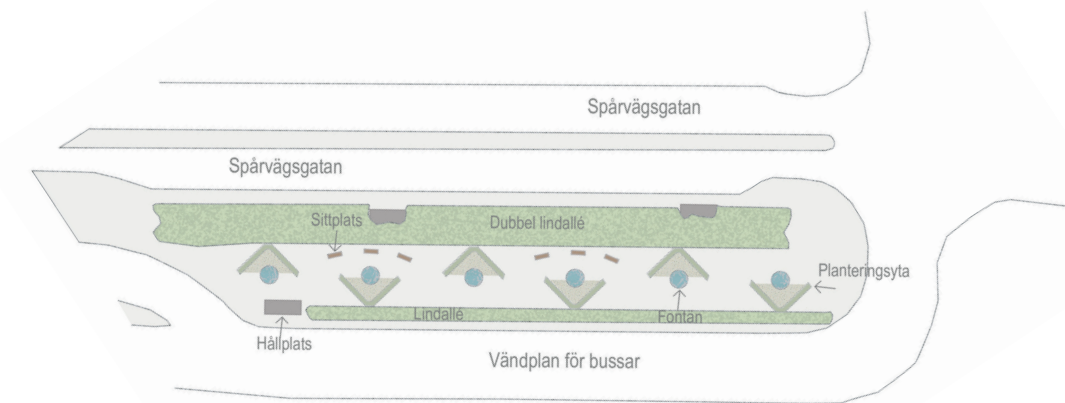
Författarens upplevelse av platsen

Busstationen var omringad av starka bakgrundsljud i form av brusande trafikljud och porlande vattenljud från fontänerna. De framträdande ljuden på platsen utgjordes av biltutor och tre ambulanser som åkte förbi under platsbesöket. Alléerna på platsen utgörs av täta hamlade lindar, cirka fem meter höga, vilket bidrog till en upplevelse av omslutenhet. Intill fontänerna finns sittplatser och mindre perennplanteringar. Sittplatserna var placerade cirka tre och en halv meter ifrån fontänernas mitt.

När man gick runt vid stationens olika delar upplevdes en variation i ljudlandskapet. Fontänerna var placerade nio meter ifrån varandra. Två till tre meter från fontänerna upplevdes det porlande vattenljudet som dominerande på platsen. Sex meter från vattnet, nära trädplanteringarna, var det bullret från Spårväggsgatan som dominerade. Däremellan smälte ljuden ihop med varandra. Vägen på andra sidan Spårväggsgatan, där bussarna kunde vända, upplevdes som lugnare eftersom det inte var lika mycket trafik där.



Figur 17 och 18. Bild till vänster visar den dubbla lindallén. Bilden till höger visar en av fontänerna och de närliggande planteringsytorna.



Figur 19. Planskiss över busstationen som visar rummets utformning med fontäner med intilliggande planteringar.

Sammanfattning av referensstudier

Tuleparken:

- Den rikliga vegetationen bidrog med starka vegetationsljud, effekten var stark eftersom platsen befinner sig på en höjd och eftersom det omkringliggande området har en öppen karaktär.
- Tuleparken är inramad med mycket vegetation vilket gjorde att upplevelsen av påträngande ljud från trafik dämpas.
- Variationen av växtmaterial skapade olika typer av vegetationsljud.

Södervärns busstation:

- Vattenljuden på platsen bidrog till variation i ljudlandskapet.
- Beroende på avståndet mellan fontänerna och de omkringliggande vägarna bildades det olika ljudrum. Att röra sig mellan dessa rum gav en intressant omväxling i ljudlandskapet.
- Trädraderna som ramar in busstationen skapar en omsluten känsla och ger ett välkött intryck.



Förstudie

I det här avsnittet presenteras inventeringen och den auditiva rumsanalysen av Batteriparken. Resultat från observationstillfällena redovisas i illustrationsplaner med kompletterande text.



Inventeringsplan skala 1:1000/ A3
Figur 20. Inventeringsplanen visar Batteriparken med närmaste omgivning.

Observationerna visade att det inte är många som vistas i parken under längre tid. De flesta människor går eller cyklar genom parken, främst längs parkens huvudstråk, för att ta sig någon annanstans trots att det finns flera sittplatser och en lekplats. Undantaget var en vardag, på förmiddagen, då en skolklass lekte i parken. Det finns flera busshållplatser i närheten, som människor rör sig till och från. De två busshållplatserna längs Dag Hammarskjölds väg, närmast parken används inte i dagsläget. I mitten av parken hittades ett rum med en större sittplats och en låg mur. Vid muren finns det buskar och låga perenner. Intill platsen finns stora pilträd som gav en viss avskärmning. Den största delen av parken har en öppen karaktär med stora gräsytor. Markmaterialet längs gångvägarna i parken utgörs av grus, dock finns det vissa delar av parken där gångvägarna är slitna och där markmaterialet har försvunnit och marken är hårt packad. På ett ställe i parken längs huvudstråket finns en upptrampad genväg. För att främja akustiska effekter skulle gångvägarna behövas rustas upp genom att tillföra ett nytt slitlager.



Figur 21. Vy 1 mot väst visar parkens huvudstråk.



Figur 22. Vy 2 mot sydväst visar lekplatsen.

Det finns en variation av växtmaterial på platsen med olika trädarter av olika ålder. Stora delar av parken är omslutna av vegetation, dock varierar tätheten. Lövträd längs Dag Hammarskjölds väg och Döbelnsgatan skyddas enligt förordningen om områdesskydd enligt miljöbalken, eftersom det är sammanhängande trädrader som står längs en väg (SFS 1998:1252). Längs bostadshusen finns ett tätt och stort buskage och stora lönnar, som skapar en naturlig gräns mellan parken och bostadsområdet. I parken närmast Döbelnsgatan står rader av lönnar och björkar. Döbelnsgatan är en esplanad med en björkallé som stärker parkkaraktären på platsen då det finns ett övergångsställe som kopplar samman delarna. Dock kan kopplingen mellan dessa delar bli bättre om övergångsstället flyttas. Längs Dag Hammarskjölds väg står flera lönnar, dock inte lika tätt placerade som längs de andra parkgränserna.



Figur 23. Vy 3 mot Dag Hammarskjölds väg visar sittplatsen intill den låga muren.

Auditiv rumsindelning



Analysplan skala 1:2000/ A3

Figur 24. Analysplanen visar den auditiva rumsindelningen på platsen.

Det mättade ljudlandskapet

Längs parkens östra delar, som ligger närmast Dag Hammarskjölds väg identifierades det mättade ljudlandskapet. Bakgrundsljuden här utgjordes av den intensiva trafiken som överröstade de andra ljuden på platsen. Vid övergångsställena intill gångvägen längs Dag Hammarskjölds väg uppfattades framträdande tickande ljud när någon gick över vägen. Ljud från människor som cyklade förbi och rörde sig i området var svåra att uppfatta. Helhetsupplevelsen var att alla ljud på platsen smälte samman, med undantag för ett platsbesök när ambulanser åkte förbi vars ljud dominerade ljudlandskapet nästan helt och hållet. Träd- och buskplanteringarna längs Dag Hammarskjölds väg gav en viss visuell avskärmning från vägbullret inne i parken. Längs vissa delsträckor fanns det dock öppningar, vilket förstärkte de påfrestande intrycken från bullret. Det gällde speciellt vid utkanten av parkens huvudstråk.

Det kraftfulla ljudlandskapet

Den största delen av parken identifierades som det kraftfulla ljudlandskapet. Bakgrundsljuden från trafiken är något mildare än i det mättade ljudlandskapet men upplevs fortfarande påträngande. Under ett av platsbesöken var en skolklass där och de höll till vid parkens lekplats. Ljud från deras aktiviteter, såsom att springa runt och leka kurragömma, identifierades som framträdande ljud och de gick tydligt att uppfatta på platsen. Fågelsång kunde även höras och det knastrande ljudet som uppstår när man går längs grusvägarna på platsen. Trädrader i parkens norra del bidrog till en visuell avskärmning av trafiken från Döbelnsgatan, den upplevelsen stärktes av björkallén utanför parkens områdesgräns. Effekten fanns delvis kvar när träden tappat sina löv på hösten.



Figur 25. Vy 1 visar exempel på en öppning i mellan trädplanteringar längs Dag Hammarskjölds väg.

Det klara ljudlandskapet

Längs med gångstigen i närheten av bostadshusen identifierades det klara ljudlandskapet. Här var bakgrundsljuden från trafiken betydligt lägre än i de andra delarna av parken. Här kunde framträdande ljud som fågelkvitter och ljud från trampsteg höras tydligare. Det här ljudlandskapet befinner sig intill flera träd och större buskage vilket gjorde att ljudet av silande vind och rasslande bladverk kunde uppfattas på platsen. Under besöket när skolklassen var närvarande var det främst ljud från barnens aktiviteter som hördes, men vid de andra tillfällena upplevdes den här delen av parken lugn i förhållande till de andra delarna av parken.



Figur 26. Vy 2 visar björkallén intill det kraftfulla ljudlandskapet.



Figur 27. Vy 3 visar träd och buskplanteringar i det klara ljudlandskapet



Gestaltungsprozess

I det här avsnittet redovisas programpunkterna för Batteriparken, de akustiska målen för tillförda ljud i parken och utdrag från skissprocessen.

Nedanstående programpunkter baseras främst på inventeringen och den auditiva rumsindelningen samt inspiration hämtad från referensstudierna och arbetets litteraturoversikt.

Programpunkter

- Införa reducering av oönskade ljud och visuell maskering mot Dag Hammarskjölds väg i det mättade och kraftfulla ljudlandskapet.
- Utforma attraktiva gångvägar där det finns en variation av olika ljudkvalitéer.
- Skapa en rofylld atmosfär med hjälp av implementering av önskade ljud.
- Införa en koppling mellan gångvägen längs björkallén vid Döbelnsgatan och Batteriparken.
- Ta vara på ljudkvalitéer i det klara ljudlandskapet genom att skapa nya tillgängliga platser att vistas på.

Tillförda ljud

Detta avsnitt beskriver förslag på tillförda ljud i Batteriparken och deras egenskaper. För att skapa ett rofyllt ljudlandskap på platsen användes metoder som identifierats i arbetets teoridel och i referensstudierna. De tillsatta ljuden utgörs av naturliga ljud som fågelsång, vegetationsljud, vattenljud och ljud från rörelsedetektorer med högtalare. För att beskriva de kvalitéer som de tillsatta ljuden har sammanställdes de enligt metoden *Sonotope Characterisation Tool*, där ljudkvalitéer analyseras utifrån de åtta karaktärerna varaktighet, teknisk beskrivning, härmning, orientering, släktskap, värderande karaktär, ljudkälla och betydelse (för vidare förklaring av metoden se Akustiska mål s. 9). Ett ljuds orientering beror på var en besökare befinner sig i parken. Därför beskrivs orientering för de tillsatta ljuden i detta fall utifrån de tre ljudlandskapen som identifierades i den auditiva rumsindelningen. Ljudkällan beskriver i det här fallet vilken typ av gestaltningselement som ger upphov till det tillförda ljudet.

Fågelsång

Ljudtyp: Framträdande

Varaktighet: Kortvarigt

Teknisk beskrivning: Intensivt

Härmning: Kvittrande

Orientering: Samtliga ljudlandskap

Släktskap: Milt pipande larm

Ljudkälla: Växtmaterial som lockar till sig fåglar

Värderande karaktär: Trevligt, betryggande

Betydelse: Trygg miljö

Vattenspel

Ljudtyp: Bakgrundsljud

Varaktighet: Konstant

Teknisk beskrivning: Milt

Härmning: Porlande

Orientering: Det kraftfulla ljudlandskapet

Släktskap: Brusande hav

Ljudkälla: Fontän

Värderande karaktär: Trevligt

Betydelse: Närhet till vattenkälla

Rörelsedetektorer med högtalare

Ljudtyp: Framträdande

Varaktighet: Kortvarigt

Teknisk beskrivning: Varierande

Härmning: Skvalpande, brusande, droppande

Orientering: Det kraftfulla ljudlandskapet

Släktskap: Varierande

Värderande karaktär: Trevligt, dynamiskt

Ljudkälla: Sensorer (rörelsedetektorer)

Betydelse: Vattenmiljö, närhet till vatten

Vegetationsljud

Ljudtyp: Bakgrundsljud

Varaktighet: Varierar beroende på väderförhållanden.

Teknisk beskrivning: Milt

Härmning: Prasslande

Orientering: Samtliga ljudlandskap

Släktskap: En sprakande brasa

Ljudkälla: Växtmaterial

Värderande karaktär: Rofyllt

Betydelse: Lugnt ljudlandskap

Resultat från skissprocessen

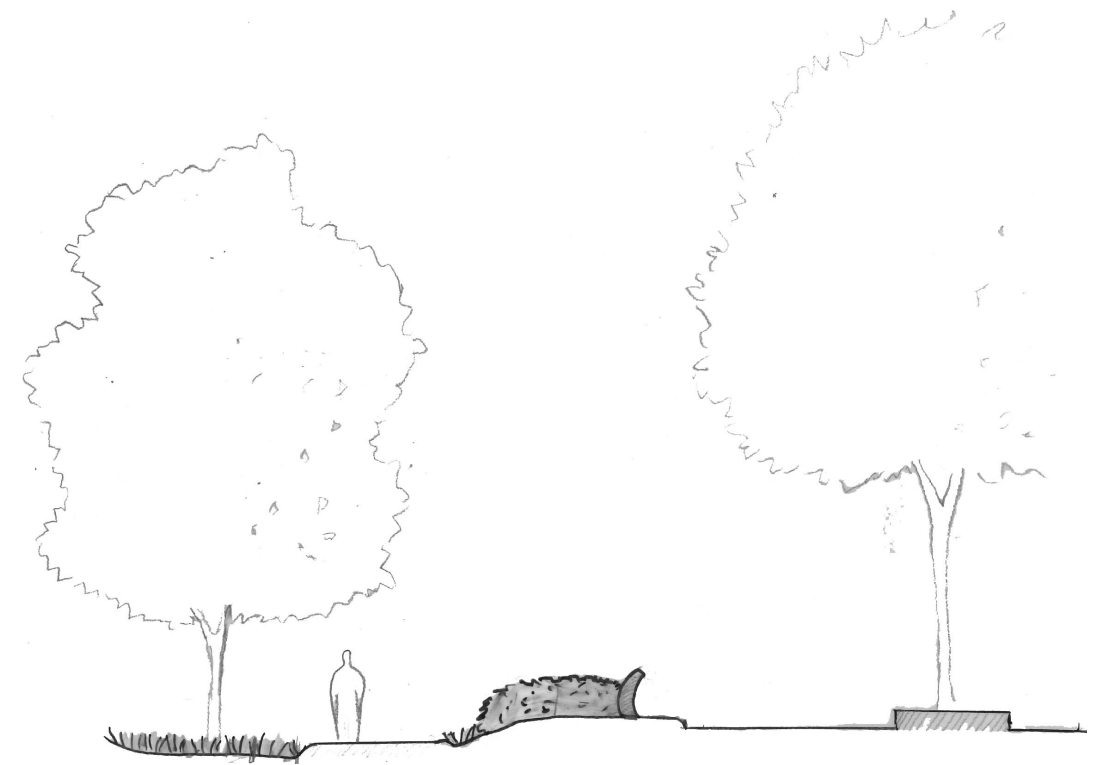
Nedan redovisas delar av skissprocessen. Skissande användes som en undersökande metod för att upptäcka vilka gestaltande objekt som skulle vara lämpliga för att genomföra positiva förändringar av ljudlandskapet.



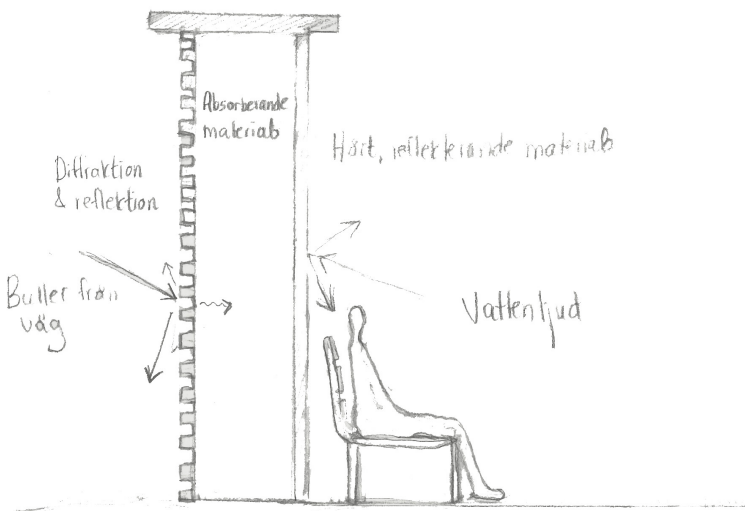
Figur 28. Skissen var ett hjälpmedel för att undersöka hur vegetation kan användas för att skapa en känsla av omslutenhet i ett rum.



Figur 29. Skiss över hur en ljudstig kan utformas med sensorer med rörelsedetektorer inbyggda i belysningsstolpar



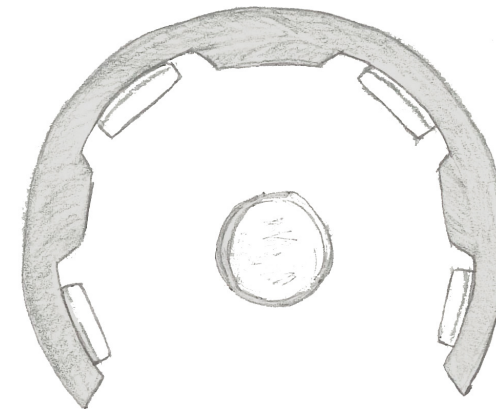
Figur 30. Denna skiss undersökte hur en låg absorberande ljudskärm kan utformas längs Dag Hammarskjölds väg.



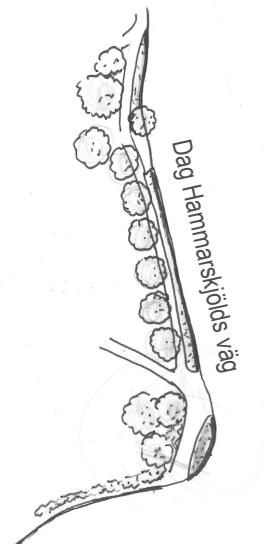
Figur 31. Skiss över hur en hög ljudskärm med bullerdämpande egenskaper kan utformas för att förstärka vattenljud och främja en rofylld plats.



Figur 32. I denna skiss undersöktes hur vegetation kan användas för att forma en visuell maskering och en gräns mellan park och gata.



Figur 33. Skiss över hur ett omslutet rum med en hög ljudskärm kan utformas.



Figur 34. Planskiss över trädrad längs Dag Hammarskjölds väg.



Gestaltungsprogram

Här redovisas arbetets resultat i form av en planritning, sektioner
och perspektivbilder.

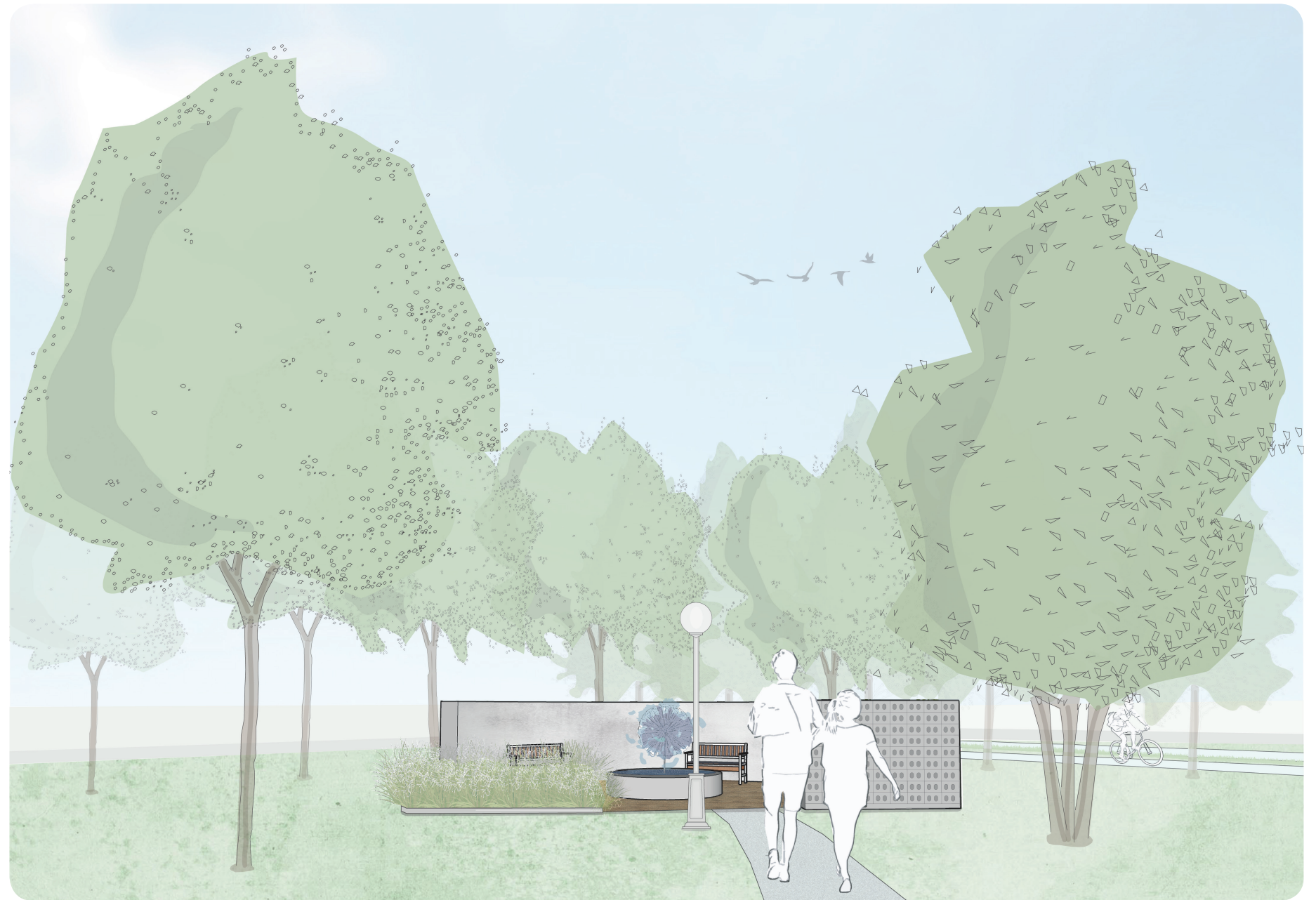


Om gestaltningen

I gestaltningsförslaget för Batteriparken tillkommer, som en bullerreducerande åtgärd, en låg, ljudabsorberande mur längs Dag Hammarskjölds väg. Längs med muren går en ny parkväg med en bred gång- och cykelväg intill nya träd och buskar. Busshållplatserna intill Dag Hammarskjölds väg, som idag inte används, tas bort för att ge plats åt muren och nya planteringsytor. En hög, ljuddämpande mur tillkommer även i det omslutna rummet, där det kommer finnas sittplatser och en fontän. De befintliga grusytorna på gång- och cykelvägarna förses med nytt slitlager av stenmjöl för att öka tillgängligheten och för att främja akustiska effekter. Som en förlängning av parkrummet dras en ny gångväg från Döbelnsgatans esplanadstråk till det omslutna rummet. Längs med den nya gångvägen går en ljudstig med rörelsedetektorer kopplade till högtalare. För att möjliggöra denna nya gångväg måste övergångstället och busshållplatsen vid Döbelnsgatan flyttas. Längs med gångvägen intill bostadshusen finns nya sittplatser som kommer att fungera som små rofyllda rum i parken. Det nya växtmaterialet i parken har två funktioner; dels att locka till sig pollinerande insekter och fåglar att skapa förutsättningar för fågelsång, men även för att skapa vegetationsljud i form av prasslande bladverk och silande ljud när vinden susar genom trädens grenar. Lönnarna längs Dag Hammarskjölds väg och ett fåtal björkar längs Döbelnsgatan tas bort för att göra plats för nya gång- och cykelvägar. Detta kompenseras genom plantering av en lindallé längs med den nya gång- och cykelvägen längs Dag Hammarskjölds väg och genom att fler björkar planteras längs med den nya gångvägen från Döbelnsgatan.

Det omslutna rummet

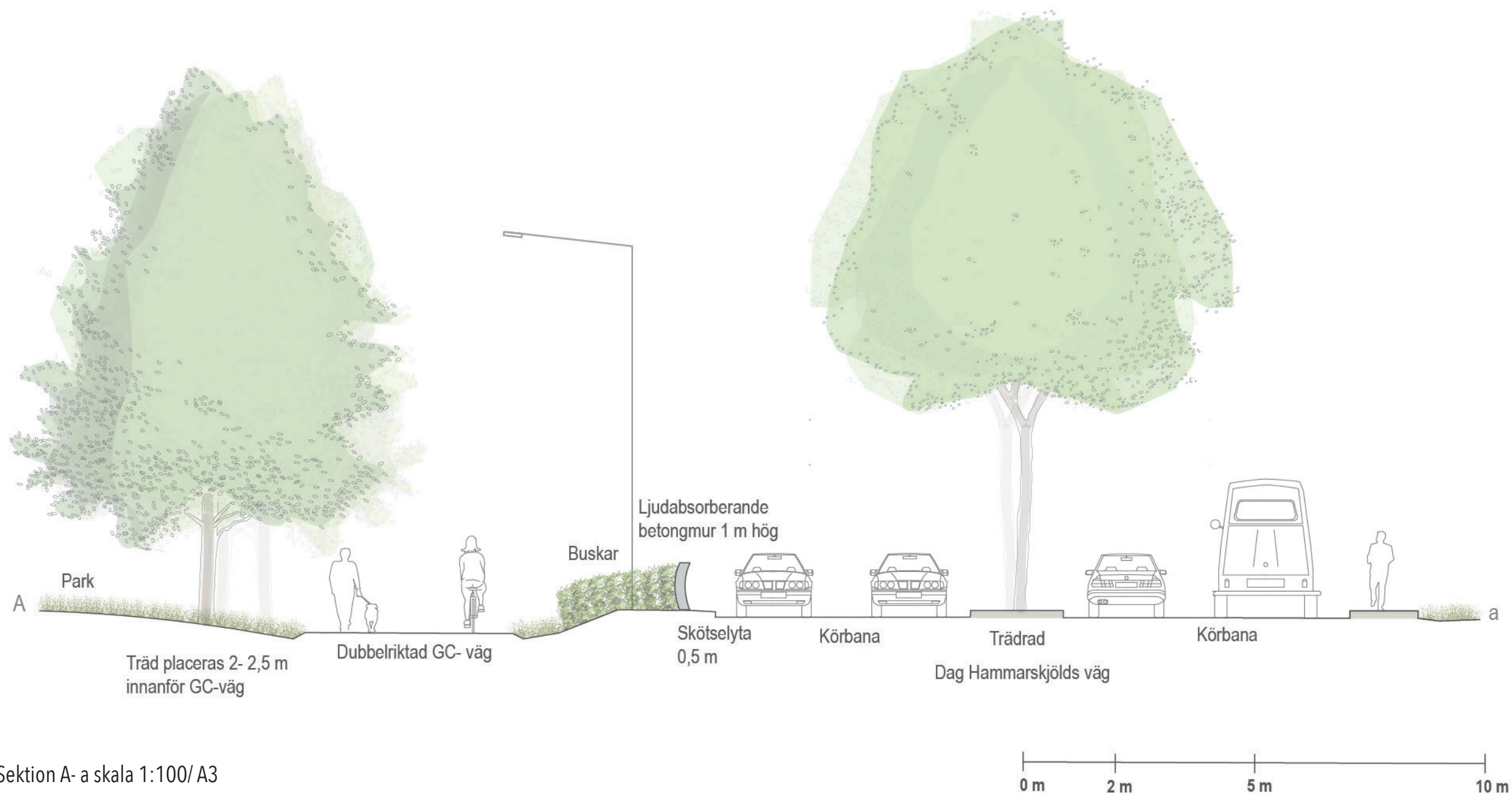
Den höga muren är 180 centimeter hög och består av tre olika material. Det yttersta lagret som är vänt mot Dag Hammarskjölds väg består av håltegel. Det materialet möjliggör spridning av ljud genom reflektion och diffraktion. I mitten av muren finns ett lager av porös fiberbetong, så att det ljud som tränger igenom hålteglet absorberas. I mitten av det omslutna rummet finns en fontän i en damm och ytan på muren som är närmast den består av ett hårt polerat material som granit för att möjliggöra reflektion av vattenljudet från fontänen. Fontänens form är inspirerad av en maskros med en klotformad konstruktion och små runda munstycken (se figur 36). Eftersom ljudkällan kommer ifrån en rund fontän utformades även rummet i en rund form så att vattnets porlande från fontänen ska kunna reflekteras "studsa" i rummet. Fontänen placeras i mitten av rummet och ambitionen är att vattenljuden, tillsammans med den höga muren ska maskera och dämpa trafikljuden. Vattnet faller från olika höjder ner i en vattenspegel vilket gör att det kan uppstå olika ljudnyanser av vattnets droppande och plaskande.



Figur 36. Perspektivbild över det omslutna rummet.

Underlaget i det omslutna rummet består av trä som bidrar med ett mjukt behagligt ljud när människor rör sig på platsen. Längs med dammens hårdgjorda kant monteras belysning för att rummet ska vara tillgängligt och upplevas tryggt under kvällstid. Rummet förses även med tre nya soffor placerade två till tre meter ifrån fontänen och ambitionen är att vattenljuden ska dominera ljudlandskapet.

Runt detta rum planteras fågelbär för att locka till sig pollinerande insekter och fåglar samt prydnadsgräset droppax som prasslar i vinden och behåller sin stomme även under vintern. Planteringsytan för prydnadsgräset kombineras med lökväxter och tidiga perenner för att skapa en trivsamt plats under försommaren.



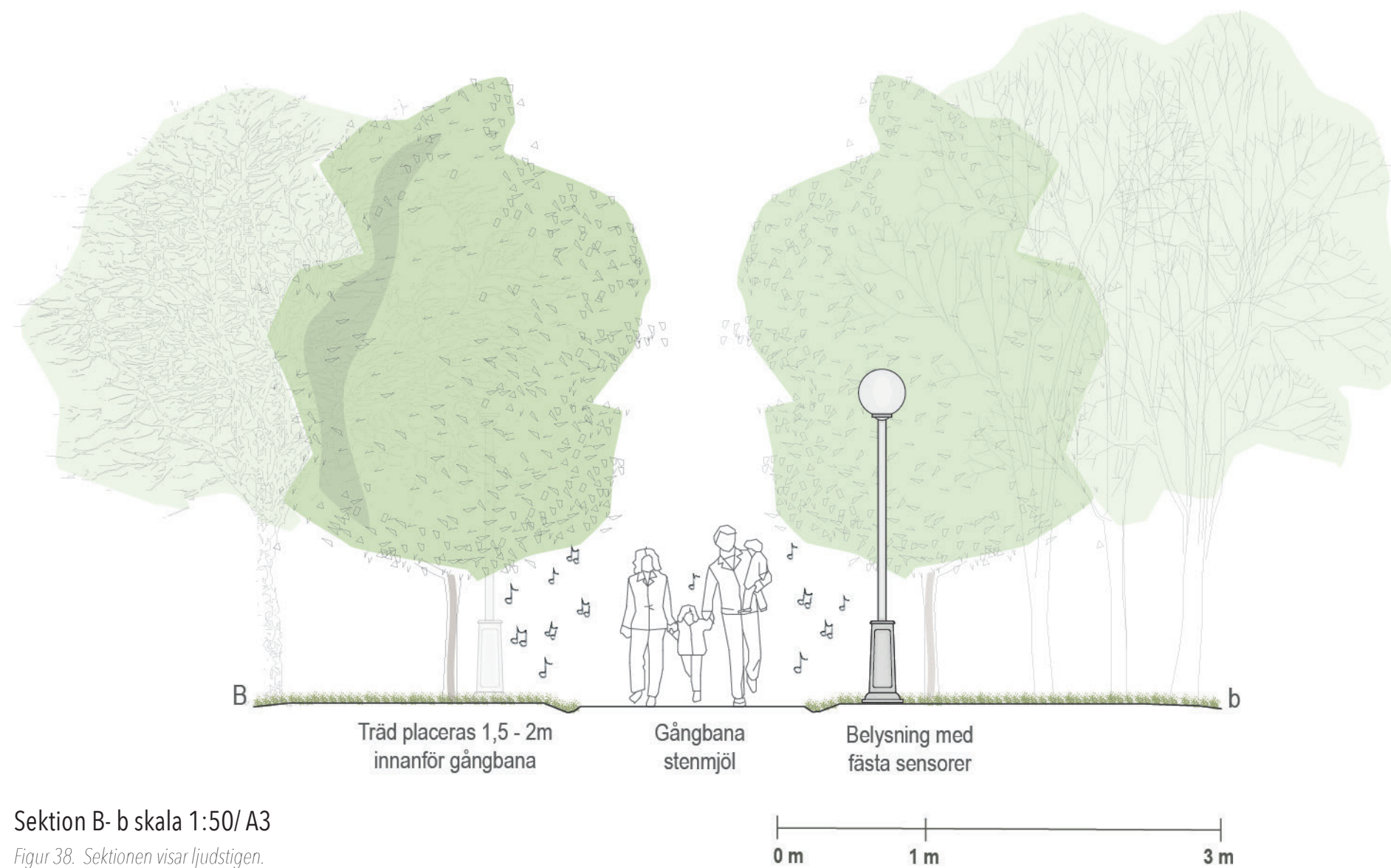
Sektion A- a skala 1:100/ A3

Figur 37. Sektionen visar mötet mellan Batteriparken och Dag Hammarskjölds väg.

Nya parkvägen

Längs Dag Hammarskjölds väg placeras en låg betongmur för att dämpa ljudnivån längs den nya parkvägen. Muren är en meter hög, med undantag för korsningen vid Dag Hammarskjölds väg, där den endast är 80 centimeter hög för att säkerställa sikten för bilförare. Murarna och de intilliggande buskplanteringarna placeras en meter från övergångsställen, av säkerhetsskäl. Muren består av porös fiberbetong och muren är utformad som en båge för att på ett effektivt sätt kunna absorbera buller från vägen.

Skötselytan förses med kullersten, ett otillgängligt material, för att undvika risken att människor använder ytan som en gångväg. Gång- och cykelvägen kommer att ligga på en något lägre nivå, cirka en halvmeter, och kommer dras in en bit in på parkmark. Skogslindor planteras längs gång- och cykelvägen och låga aroniabuskar mellan parken och vägen, för att skapa en visuell maskering mot trafikmiljön.



Sektion B- b skala 1:50/ A3

Figur 38. Sektionen visar ljudstigen.

Ljudstigen

Längs med den nya gångvägen mellan Döbelnsgatan och parken anläggs en ljudstig. Olika typer av vattenljud kommer att höras med hjälp av rörelsedetektorer kopplade till högtalare, som är fastkopplade på de nya belysningsstolparna. Mellan stolparna går det ljusstrålar som bryts när någon passerar. Dessa är placerade på en meters höjd, vilket innebär att även barn kan gå och lyssna på egen hand. Ljudstigen kommer börja låta när besökarna får sikte på den nya fontänen, på så vis stärks effekten av vattenljuden.

Med denna installation väl på plats finns möjligheten att i framtiden byta ut vattenljuden och spela andra typer av ljud, exempelvis fågelsång eller musik, anpassad efter årstidsvariationerna. Längs med denna stig planteras vårtbjörkar som med sitt hängande bladverk silar mjukt i vinden. Vegetationsljudens effekt stärks genom att öppna ytor i parken bevaras.



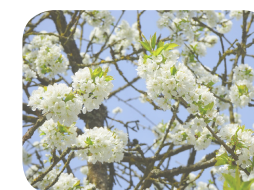
Figur 39. Perspektivbild över ett av de fyra rofyllda rummen.

Rofyllda rum

Nya sittplatser tillkommer längs med gångvägen intill bostadshusen. De är placerade en bit in i parken i ett skyddat läge. De täta befintliga buskplanteringarna och lönnarna på platsen bevaras. Nya rönnar planteras och fågelholkar monteras på trädstammar intill de nya sittplatserna.

Nytt växtmaterial i parken

Det omslutna rummet



Prunus avium fk. Ultuna E
fågelbär

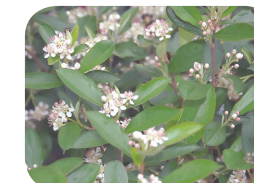


Chasmanthium latifolium
droppax

Parkstråket



Tilia cordata 'Rancho'
skogslind



Aronia melanocarpa GLORIE E
svartaronia

Ljudstigen



Betula pendula fk. Julita E
vårtbjörk

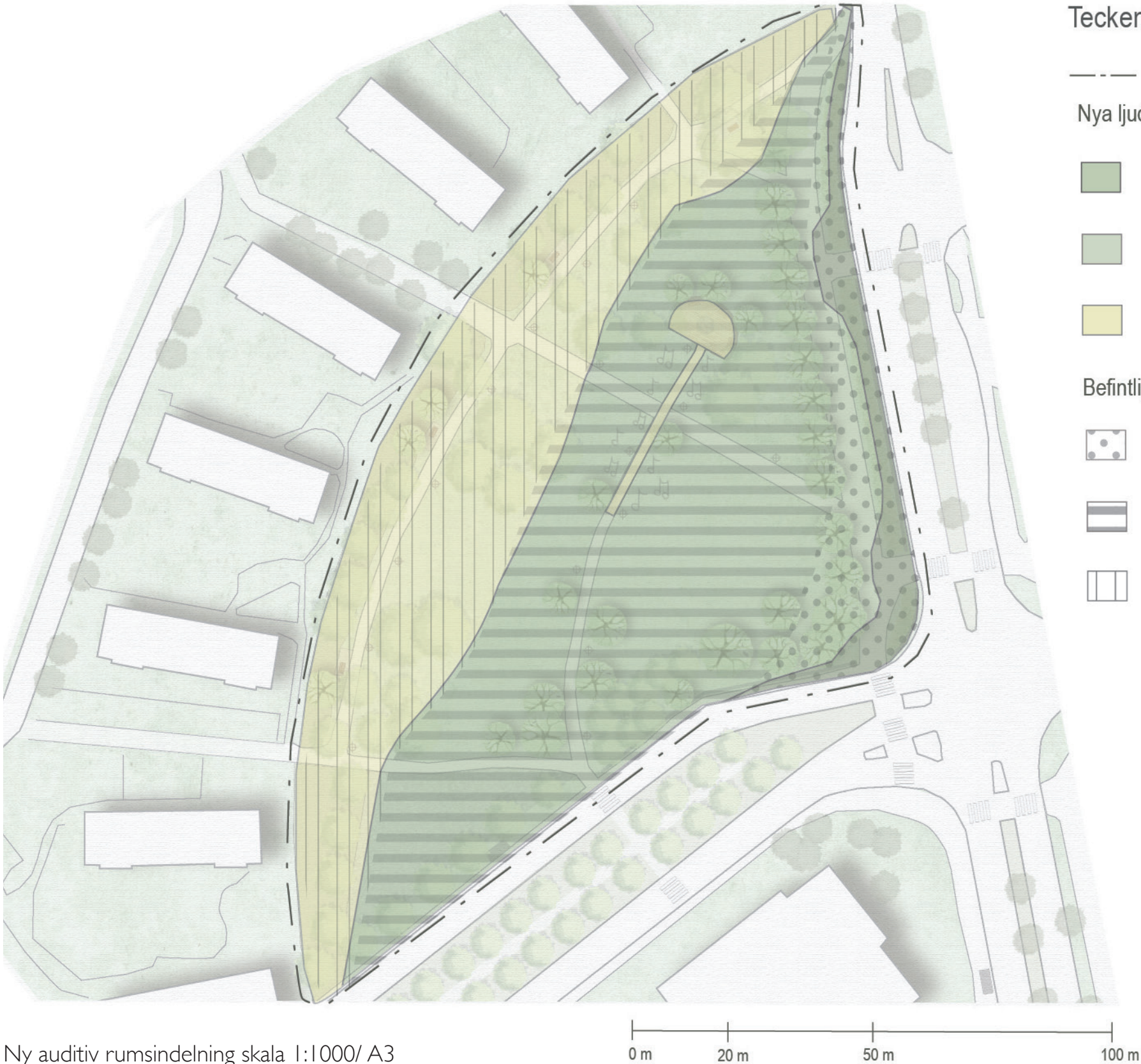
Rofyllda rum



Sorbus aucuparia fk. Västeråker E
rönn

Parkens ljudlandskap

Ambitionen med gestaltungsforlaget ar att begransa det mottade ljudlandskapets utbredning genom inforandet av den laga ljudabsorberande muren. Det nya parkstraket kategoriseras framst som det kraftfulla ljudlandskapet, med undantag for oppningarna langs med Dag Hammarskjolds vag. Den storsta delen av parken befinner sig fortfarande i det kraftfulla ljudlandskapet. Det klara ljudlandskapets utbredning utokas genom inforandet av den hoga muren i det omslutna rummet och genom ljudstigen da malet ar att dessa installationer ska kunna maskera buller fran omkringliggande vagar. Den nya planen visar forfattarens ambition om hur ljudlandskapet kan andras om gestaltungsprogrammet genomfors.



Figur 40. Planen visar gestaltungsforslagens nya ljudlandskap for Batteriparken tillsammans med de befintliga ljudlandskapen.



Diskussion

I det här avsnittet presenteras mina reflektioner över gestaltningsprogrammet, de valda metoderna för arbetet och förslag på frågeställningar för framtida studier.

Resultatdiskussion

För att undersöka hur Batteriparkens ljudlandskap kan förändras togs ett gestaltungsprogram fram som baserades på de gestaltungsprinciper som identifierats i arbetets litteraturoversikt och referensstudier. För att reducera bullernivån i parken skapades en låg mur i ett absorberande material. Muren avgränsar den mest bullerutsatta delen av parken intill Dag Hammarskjölds väg. Den har däremot öppningar eftersom det finns flera övergångsställen som angränsar till parken. För att få bästa ljudreducerande effekt skulle muren behöva vara intakt (SKL 2017 s. 75). Ett sätt att bevara murens ljudreducerande effekt skulle vara att låta muren gå omlott (ibid). Den metoden ansågs inte fungera eftersom det är mycket rörelse på platsen. Valet gjordes att ha med muren i alla fall, dels för att min förhoppning är att den kan dämpa ljudnivån något, men även för att den tillsammans med intilliggande planteringsytor bidrar till att rama in parken och att skapa visuell maskering. Sikten och säkerheten för bilförare, cykeltrafikanter och fotgängare har varit komplicerad att förhålla sig till under arbetet. Med hjälp från en trafikingenjör från Uppsala kommun blev arbetet lättare då jag fick tips på lämpliga mått för säkerhetsavstånd och passande materialval.

Ett annat alternativ som undersöktes var att införa en högre gabionmur med klättrande växter en bit in i parken. Som inspiration till den idén studerades muren från Nauner Platz i Berlin som var ett referensobjekt i litteraturoversikten. Tanken bakom den idén var att endast fokusera på visuell maskering och att rama in platsen. Den idén togs så småningom bort då det visade sig att det var möjligt att införa en lägre mur närmare vägen utan att riskera försämrad sikt för trafikanter. En annan anledning var att den lösningen har sämre förmåga att dämpa ljudnivåerna från Dag Hammarskjölds väg eftersom den är placerad en bit från ljudkällan (SKL 2017 s. 70). Ett alternativ hade varit att göra muren högre för att förbättra den ljuddämpande förmågan (ibid). Jag valde att inte göra det, dels för att det riskerade att försämma sikten för trafikanter, men även för att det skulle kunna resultera i att platsen kanske skulle upplevas som otrygg då besökarna i parken inte skulle kunna se bortom parkens gräns.

Under arbetets gång övervägdes att istället införa jordvallar längs Dag Hammarskjölds väg för att dämpa ljudnivån. Den idén utvecklades inte vidare eftersom metoden vanligen tar upp mer plats än ljudskärmar (SKL 2017 s. 71) vilket skulle göra det svårare att få en tillräckligt bred gång- och cykelväg.

En viss skillnad i parkens topografi längs den nya gång- och cykelvägen längs med vägen föreslogs ändå för att tillsammans med de nya planteringsytorna främja den visuella maskeringen på platsen. Ett annat tillvägagångssätt för att få ner ljudnivån på platsen är att införa tysta vägmateriäl och att sänka hastighetsgränser (Van Renterghem et al. 2015 s. 13). Dessa metoder är ofta svåra att få igenom i planering på grund av politiska och ekonomiska skäl (ibid). Det var en anledning till att jag valde att inte ha med dessa åtgärder i gestaltungsprogrammet, men främsta anledningen till att inte ha med dessa åtgärder var för att mitt syfte var att undersöka hur man med utformning av utemiljön kan skapa ett rofyllt ljudlandskap.

Under processen blev det tydligt att det finns många intressekonflikter att ta hänsyn till vid gestaltning av platsen. Förutom trafiksäkerhetsfrågor så skyddas befintliga trädtrader som tas bort vid Döbelnsgatan och Dag Hammarskjölds väg av förordningen om områdesskydd enligt miljöbalken (SFS 1998:1252). Den låga muren och den höga muren är bygglovsförpliktigade enligt förordningen för plan och bygglagen (SFS 2011:338). Om det skulle finnas ett intresse av att i framtiden utveckla dessa delar av gestaltungsprogrammet ytterligare så måste dessa frågor utredas för att se om de är möjliga att genomföra.

Ljudstigen som går längs den nya gångvägen togs med för att skapa en variation i ljudlandskapet och för att förstärka intrycket av vattenljuden från fontänen i det omslutna rummet. Inspiration till denna implementation var ljudstigen, i Värdens park i Göteborg, som studerades som en del av litteraturoversikten. Beroende på hur sensorerna monteras på lyktstolparna finns risken att människor kommer åt dem eller medvetet förstör konstruktionen. Detta var en fråga som uppstod under arbetets gång, men eftersom ljudstigen kan komma att bli ett roligt inslag för både barn och vuxna och eftersom ljuden kan förändras beroende på årstid så fick den idén vara kvar.

I början av gestaltungsprocessen fanns ambitionen att inte ändra utformningen utanför parkens gränser men så småningom blev det tydligt att det fanns flera fördelar med att omforma vissa delar utanför parken. Exempelvis gjordes valet att flytta övergångsstället vid Döbelnsgatan för att skapa en koppling mellan den intilliggande björkallén och parken. Gränsen mellan park och gata förändras vid Dag Hammarskjölds väg eftersom gång och cykelvägen flyttas in i parken. Den höga muren kring det omslutna rummet, utformades för att, tillsammans med de nyplanterade träden skapa en ombonad känsla på platsen.

För bästa funktion tog jag hjälp av landskapsarkitekten och forskaren Per Hedors, då val av material var viktigt för att skärmen skulle fungera optimalt. Vid utplacering av fontänen och sittplatserna hade jag hjälp av referensstudien Södervärns busstation, där upplevelsen av olika avstånd från en vattenkälla hade olika effekter. En fundering som uppstod i gestaltningen var hur tryggt rummet upplevs, speciellt när det är mörkt ute. Muren är utformad för att fungera som ett bullerskydd nära åhörarna i rummet och därför gjordes valet att ”stänga in” platsen med skärmen som en barriär mot trafikljuden från Dag Hammarskjölds väg. Genom att förse gångvägarna och platsen med god belysning i parken kan tillgängligheten förbättras och förhoppningsvis känslan av trygghet öka.

En bullerreducerande åtgärd som identifierades i litteraturoversikten som jag inte tagit särskilt stor hänsyn till i gestaltungsprogrammet är växters förmåga att reducera buller. Jag valde medvetet att inte fokusera på det eftersom det verkar råda olika meningar då vissa anser att effekten är närmast försumbar medan andra anser att det finns betydande akustiska effekter (Van Renterghem 2012 s. 92). En annan reflektion som tillkommit under arbetets gång är hur årstidsväxlingar påverkar upplevelsen av parken. Årstidsvariation och väder kan påverka ljudets spridning på olika sätt (Trafikverket 2017). Man kan anta att den visuella maskeringen fungerar som bäst under växtsäsongen medan en stor del av effekten försvinner under vinterhalvåret. Vintertid kan ett eventuellt snötäcke reducera en del oönskade ljud. Jag anser att sensorerna och belysningen i parken är viktiga inslag för att platsen ska vara trivsamt för besökarna under alla årstider.

Sammanfattningsvis visar resultaten att det finns flera möjligheter att skapa ett rofyllt ljudlandskap i den här typen av miljö, men det finns även svårigheter då det visade sig finnas flera intressekonflikter. För att hitta attraktiva lösningar anser jag att det är viktigt att människor med olika yrkesroller och kompetenser kan samarbeta i dessa typer av projekt. Förutom landskapsarkitekter bör även exempelvis planerare, akustiker och ingenjörer vara en del av processen. För att främja rofyllda ljudkvalitéer krävs det dock att ljudplanering prioriteras vid utformning i stadens rum. Jag tror att en annan viktig pusselbit handlar om att börja se ljudlandskapet som helhet, och att inte bara fokusera på de typer av ljud som upplevs negativt såsom buller. Vi riskerar annars att förlora befintliga tilltalande ljudkvalitéer på en plats eller missa möjligheter att främja rofyllda ljudelement.

Det här examensarbetet har tagit fasta på metoder som kan användas för att analysera beskriva ljud som en grund till gestaltsarbete. Jag tror att det är viktigt att dessa metoder används vid förundersökningar av platser såväl som under gestaltsprocessen för att fånga upp befintliga ljudkvaliteter och införa förbättringar i ljudlandskapet. Jag anser att det här är speciellt viktigt på grund av den ökade förtätnings- och urbaniseringstrenden som innebär högre ljudnivåer i våra städer, (Boverket 2016c s. 24) som i sin tur kan innebära negativa hälsoeffekter för människor (Basner et al. 2014). Något som jag fann väldigt intressant under arbetets gång var att de metoder och lösningar som använts för att förbättra ljudlandskapet också bidrar med ökad trivsel på platsen och i flera fall även bidrar till att stärka värdefulla ekosystemtjänster. Det visar att det finns flera anledningar till att främja rofyllda ljudlandskap i planering.

Metoddiskussion

För att få en ökad förståelse för hur akustisk design kan förbättra ljudlandskapet i Batteriparken gjordes en litteraturoversikt. Översikten gav mig gestaltningsprinciper att utgå från vid gestaltningen. Det var svårt att hitta litteratur som beskriver människors preferenser för olika typer av vegetationsljud och vilka typer av markmaterial som ger akustiska effekter som människor föredrar. De andra metoderna som identifierades i arbetets teoridel, som handlar om implementering och reducering av ljud fanns det betydligt mer litteratur och information om. I framtida studier skulle de frågorna därför kunna undersökas vidare.

För att få en ökad förståelse för hur ljud kan användas som designelement besöktes referensobjekten Tuleparken och Södervärns busstation. Platsbesöken gav mig inspiration till gestaltningen och bekräftade de teoretiska principerna som hittades i litteraturoversikten. Min analys av referensobjekten gjordes när en stor del av litteraturoversikten gjordes, vilket kan ha påverkat min uppfattning av platserna. Vid val av referensobjekt ville jag hitta projekt som skulle kunna vara till nytta i gestaltningsprogrammet för Batteriparken. Det visade sig vara svårt att hitta exempel på tysta parker i Sverige, speciellt projekt där rofyllda ljud medvetet tillförts på platsen. Detta bekräftar Patrik Grahns (2011 s. 45) påstående att ljud inte prioriteras tillräckligt inom landskapsarkitekturen. Däremot observerades det att det fanns flera exempel på tysta och rofyllda platser i Sverige i form av naturreservat, vilket inte är särskilt konstigt eftersom det finns flera störande intryck i stadsmiljön (Kaplan & Kaplan 1989). Mitt val av plats baserades på forskning som betonar vikten att det bör finnas tilltalande ljudkvaliteter i rekreationsområden i ett stadsnära läge där många människor har möjlighet att vistas (Watts 2017).

Jag anser därför att det i framtiden borde göras en kartläggning som fokuserar på parker och stadsnära rekreationsområden som är skyddade från buller och oönskade ljud.

En inventering gjordes för att förstå platsens förutsättningar, och en analys gjordes även där parkens olika ljudlandskap analyserades utifrån *The Model of Prominence*. De metoderna fungerade enligt mig väldigt bra och gav en tillräcklig grund till gestaltsarbete. Under arbetets början övervägde jag att göra en SWOT-analys. Det är en mångsidig metod där projekts styrkor, svagheter, möjligheter och hot, identifieras (Castilla & Hay 2006). Tanken var att utgå från arbetets förstudie och litteraturoversikt för att ta fram styrkor, svagheter, möjligheter och hot och när de identifierats skapa programpunkter för Batteriparken. Den metoden valdes senare bort då andra metoder som är speciellt framtagna för identifiering av ljudlandskap och ljudkaraktärer

Metoden *Sonotope Characterisation tool* (SCT) var först tänkt som en kompletterande analysmetod till den auditiva rumsindelningen. Efter att ha gjort den auditiva rumsanalysen kändes metoden överflödigt och ett beslut togs att använda den i gestaltsprocessen. Den lämpar sig bäst tidigt i ett gestaltningsprojekt, i en analys eller som en del av skissarbetet (Berglund et al. 2013 s. 60). Jag anser att metoden fungerade bra för att hitta beskrivningar på de ljudkvaliteter som lades till i parken, och metoden hjälpte mig att välja ut de idéer som kändes mest genomförbara. Metoderna *The Model of Prominence* och *Sonotope Characterisation tool* var till stor hjälp i det här examensarbetet och jag anser att de kan vara ett värdefullt verktyg vid förstudier till gestaltning av utemiljöer. Dock inser jag att metoderna är väldigt omfattande och jag tror att de kan vara svåra att införa som en del av en landskapsarkitekts arbetsuppgifter, eftersom vi måste ta hänsyn till en plats grundläggande förutsättningar som en helhet. Samtidigt så är den auditiva upplevelsen en viktig del av vår upplevelse av miljön vi befinner oss i. Därför anser jag att det kan vara bra att i alla fall kunna skilja på de två ljudtyperna, framträdande ljud och bakgrundsljud som ligger som grund för dessa metoder. Jag anser att ljudtyperna kan analyseras i förstudier vid gestaltsarbeten under utbildningen och i arbetslivet. Jag tror att det är ett mer realistiskt sätt att påbörja en diskussion om vilka ljudkvaliteter vi vill främja och vilka som bör reduceras på en plats.

En annan metod som övervägdes var att göra en ljudpromenad. Begreppet ljudpromenad och själva metoden utvecklades av R. Murray Schafer under 1960-talet (Schafer 1994 (1977) s. 213). Enligt Schafer innebär en ljudpromenad ett utforskande av ljudlandskapet genom att beskriva upplevda ljudkvaliteter längs en bestämd rutt på en karta.

Det möjliggör identifiering av olika ljudlandskap när man rör sig mellan olika rum, passager och markmaterial (Schafer 1994 (1977) s. 213). Metoden valdes bort eftersom det här arbetet undersöker hur ljudlandskapet kan förändras i en park och jag gjorde bedömningen att den metoden passar bättre för andra typer av arbeten som när till exempel en längre sträcka ska undersökas. I efterhand inser jag att det hade varit en fördel att ha med metoden för att undersöka hur ljudlandskapet till och från parken varierar, beroende av vilket håll man kommer från. Det är en insikt som kan vara viktig för framtida arbeten inom ämnet.

Gestaltsarbetet utgick från de programpunkter som baserades på metodens samtliga delar. De hjälpte mig att hålla en röd tråd genom gestaltningsprogrammet och inte sväva ut i andra idéer. Skissarbetet var även till stor nytta för att testa olika sätt att implementera programpunkterna och de akustiska målen.

Frågeställningar inför framtida studier

- Finns det olika preferenser hos oss människor för vegetationsljud som kommer ifrån olika typer av växtmaterial?
- Vilka akustiska effekter orsakade av olika slags av markmaterial föredras respektive ogillas generellt av människor?
- Hur ser tillgången av stadsnära parker och rekreationsområden med rofyllda ljudlandskap ut i Sverige?

Referenser

Azkorra, Z., Pérez, G., Coma, J., Cabeza, L.F., Bures, S., Álvaro, J.E., Erkoreka, A., Urrestarazu, M. (2014). *Evaluation of green walls as a passive acoustic insulation system for buildings*. Applied Acoustics. Vol 89 ss. 49-56. Tillgänglig: <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2014.09.010> [2019-10-22]

Basner, M., Babisch, W., Davis, A., Brink, M., Clark, C., Janssen, C., Stansfeld, S. (2014). *Auditory and non-auditory effects of noise on health*. US National Library of Medicine National Institutes of Health. Tillgänglig: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3988259/> [2019-09-04]

Berglund, U., Nord, J., Eriksson, M., Antonsson, H., Butler, A., Haaland, C., Hammarlund, K., Hedfors, P., Thiirman Thomsen, R., Åkerskog, A. (2013). *Landskapsanalys för transportinfrastruktur – En kunskaps och metodredovisning för utveckling av väg och järnvägsprojekt i enlighet med den Europeiska landskapskonventionen*. Sveriges lantbruksuniversitet. Rapporter - Institutionen för stad och land 1/2013. Tillgänglig: https://pub.epsilon.slu.se/10790/69/berglund_etal_131121.pdf [2019-09-20]

Boverket (2016a). *Buller berör många människor*. Tillgänglig: <https://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/sa-planeras-sverige/planering-av-mark-och-vatten/information-om-buller-och-goda-ljudmiljoer/buller-beror-manga/> [2019-09-03]

Boverket (2016b). *God ljudmiljö och akustisk design*. Tillgänglig: <https://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/sa-planeras-sverige/planering-av-mark-och-vatten/information-om-buller-och-goda-ljudmiljoer/buller-i-planeringen/god-ljudmiljo-och-akustisk-design/> [2019-09-24]

Boverket (2016c). *Rätt tätt. En idéskrift om förtätning av städer och orter*. Tillgänglig: <https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2016/ratt-tatt-en-ideskraft-om-fortatning-av-stader-orter.pdf> [2019-09-03]

Boverket (2000). *Planera för god ljudmiljö – en första vägledning*. Karlskrona: Boverkets publikationsservice. Tillgänglig: <https://www.boverket.se/sv/om-boverket/publicerat-av-boverket/publikationer/2000/planera-for-en-god-ljudmiljo> [2019-11-22]

Carles, J., Barrio, I., Lucio, J. (1999). *Sound in Influence on Landscape values*. Landscape and urban planning. Vol 43 ss. 191-200. Departamento de Ecología, Universidad Complutense de Madrid. Tillgänglig: [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(98\)00112-1](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(98)00112-1) [2019-09-29]

Castilla, G., Hay, G.J. (2006). *Object - based image analysis. Strenghts, weaknesses, oppurtunities, and threats (SWOT)*. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. [2019-09-15]

Cerwén, G. (2017). *Urban soundscapes: a quasi-experiment in landscape architecture*. Journal Landscape Research. Vol 41 (1), ss. 481- 494. Tillgänglig: <https://doi.org/10.1080/01426397.2015.1117062> [2019-09-06]

Cerwén, G. (2017). *Sound in Landscape Architecture*. A Soundscape Approach to Noise. Diss. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet.

Cerwén, G., Mossberg, F. (2019). *Implementation of Quiet Areas in Sweden. International Research and Public Health*. Vol 16(1). Tillgänglig: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6339113/> [2019-09-02]

Cerwén, G., Pedersen, E. & Pálsdóttir, A-M. (2016) *The role of soundscape in nature-based rehabilitation: A patient perspective*. International Journal of Environmental Research and Public Health. Tillgänglig: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph13121229> [2019-11-01]

Cowan, J.P. (2016) *The effects on sound on people*. West Sussex. John Wiley & Sons

Dimitry, B. (2009). *Paris Sunset from the Louvre window* (fotografi) Tillgänglig: https://www.flickr.com/photos/ru_boff/3318548951/ [2019-10-23]

Farina, A. (2014). *Soundscape Ecology. Principles, Patterns, Methods and Applications*. Department of Basic Sciences and Foundations Urbino University Urbino, Pesaro-Urbino Italy.

Folkhälsomyndigheten (2019) *Om ljud och buller*. Tillgänglig: <https://www.folkhalsomyndigheten.se/publicerat-material/publikationsarkiv/o/om-ljud-och-buller-/?pub=60517>

Grønt Miljø (2007). *Læs vandet - Nye begreber definerer vandets udtryk i vandkunst og fontæner*. Grønt Miljø, vol. 5/2007 och vol. 10/2007.

Grahn, P. (2011). *Om stödjande miljöer och rofyllda ljud*, ss. 42-55. Ljudmiljöcentrum vid Lunds Universitet URL: https://www.researchgate.net/publication/263365219_Om_stodjande_miljoer_och_rofyllda_ljud [2019-09-04]

Hedblom M., Heyman, E., Antosson, H., Gunnarsson, B. (2014) *Bird song diversity influences young people's appreciation of urban landscapes*. Urban Forestry & Urban Greening. Vol 13. ss. 469- 474. Tillgänglig: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2014.04.002> [2019-11-04]

Hedfors, P. (2003). *Site Soundscapes – Landscape architecture in the light of sound*. Diss. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet.

Hellström, B. (2011). *Slow Sound Art – Modell för hållbara ljudinstallationer*. Vetenskapsrådet: Årsbok för konstnärlig FoU, ss. 3-27. Tillgänglig: http://www.acousticdesign.se/upload/files/VR_artikel.pdf [2019-10-23]

HOSANNA. (2013). *Novel solutions for quieter and greener cities*, Bandhagen: European Union Seventh Framework Programme.

Ipsen, D. (2002) *The Urban Nightingale – or some theoretical considerations about sound and noise*. I: H, Järviluoma., G., Wagstraf. (red.), Soundscape studies and methods. Kerttulinkatu. The university of Turku, ss. 185 – 198.

Ljudplanering (u.å a) *Det är ingen slump hur staden låter. Projekt*. Tillgänglig: <https://ljudplanering.se/category/projekt/> [2019-09-11]

Ljudplanering (u.å b) *Det är ingen slump hur staden låter. Designverktyg*. Tillgänglig: <https://ljudplanering.se/designverktyg/> [2019-09-11]

Trafikverket (2017) *Mått för ljudnivåer*. Tillgänglig: <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/miljo---for-dig-i-branschen/buller-och-vibrationer---for-dig-i-branschen/Fakta-om-buller-och-vibrationer/matt-for-ljudnivaer/> [2019-09-23]

Nilsson, M., Bengtsson, J. & Klæboe, R. (2015) *Environmental methods for transport noise reduction*. Boca Raton: CRC Press

Nilsson, M.E. & Berglund, B. (2006) *Soundscape Quality in Suburban Green Areas and City Parks*. Acta Acustica United with Acustica. Ss, 903-911. Tillgänglig: https://www.researchgate.net/publication/233638356_Soundscape_Quality_in_Suburban_Green_Areas_and_City_Parks [2019-10-23]

Moore, B.C.J. (2012). *An introduction to the psychology of hearing*. Bingley: Emerald.

Persson, A.S. & Smith, H.G. (2014). *Biologisk mångfald i urbana miljöer – förutsättningar, fördelar och förvaltning*. Centrum för miljö- och klimatforskning. Lunds universitet.

Schafer, R. M. (1994 (1977)). *The Soundscape. Our Sonic Environment and the Tuning of the World*. Vermont: Destiny Books.

SKL (2017). *Skapa Goda Ljudmiljöer. Handbok i trafikbullerskydd. Sveriges Kommuner och Landsting*. Tillgänglig: <https://webbutik.skl.se/sv/artiklar/skapa-goda-ljudmiljoer.html> [2019-10-16]

SFS 1998:1252. *Förordning om områdesskydd enligt miljöbalken m.m.* Miljö- och energidepartementet

SFS 2011:338. *Plan- och byggförordning*. Finansdepartementet SPN BB.

Steele, D.,Tarlao, C., Bild, E. & Guastavino, C. (2016) *Evaluation of an urban soundscape intervention with music: quantitative results from questionnaires*. Conference Paper: Inter Noise, Hamburg, August ss, 21-24. Tillgänglig: https://www.researchgate.net/publication/307855831_Evaluation_of_an_urban_soundscape_intervention_with_music_quantitative_results_from_questionnaires [2019-10-23]

Stigdotter, U., Grahn, P. (2003). *Landscape planning and stress*. Urban Forestry & Urban Greening. Vol 2 (1), ss. 1-18. Tillgänglig: <https://doi.org/10.1078/1618-8667-00019> [2019-09-04]

Sundbybergs stad (u.å) *Guide till tystnanden*. Tillgänglig: <https://www.sundbyberg.se/download/18.75b5012914d75d247e276501/1432558599709/Guide+till+tystnaden+i+Sundbyberg.pdf> [2019-09-06]

Sveriges riksdag (2017). *Förordning (2015:216) om trafikbuller vid bostadsbyggnader*. Tillgänglig: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/forordning-2015216-om-trafikbuller-vid_sfs-2015-216 [2019-09-05]

Uppsala kommun (2019). *Baskartan*. [Kartografiskt material] Uppsala: Tillgänglig: <https://uppsalakommun.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=a4f4b3674e9a4c33a5f8d2e2efe9b4a4>[2019-09-21]

Uppsala kommun (2017). *Trafik och gator. Buller*. Tillgänglig: <https://www.uppsala.se/boende-och-trafik/trafik-och-gator/buller/> [2019-09-03]

Van Renterghem, T. (2018). *Towards explaining the positive effect of vegetation on the perception of environmental noise*. Urban Forestry & Urban Greening. Tillgänglig: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.03.007> [2019-10-03]

Van Renterghem, T., Attenborough, K. & Jean, P. (2015) *Designing vegetation and tree belts along roads. I: Nilsson, M., Bengtsson, J. & Klæboe, R. (red.) Environmental methods for transport noise reduction*. Boca Raton: CRC Press

Watts, G (2017). *The effects of “greening” urban areas on the perceptions of tranquillity*. Urban Forestry & Urban Greening. Vol 26, ss. 11-17. Tillgänglig: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866717300067> [2019-09-02]

Zhang, M. & Kang, J. (2007) *Towards the evaluation, description, and creation of soundscapes in urban open spaces*. Environment and Planning B-Planning & Design ss. 68-86. Tillgänglig: https://www.researchgate.net/publication/23541585_Towards_the_evaluation_description_and_creation_of_soundscapes_in_urban_open_spaces [2019-10-23]